

新疆油用型向日葵种质资源对 2 种新入侵病害的抗性鉴定与评价

荆 珺¹, 陈卫民^{2*}, 喻 龙³, 梁 月⁴, 王杰花², 荆 秀², 韩丽丽²

¹新疆农业大学农学院, 新疆 乌鲁木齐 830052; ²新疆伊犁职业技术学院, 新疆 伊宁 835000; ³新疆广丰达农业科技有限公司, 新疆 察布查尔 835300; ⁴沈阳农业大学植物保护学院, 辽宁 沈阳 110866

摘要:【目的】向日葵白锈病、黑茎病是 2 种危害严重的新入侵病害, 新疆地区新源县和特克斯县为这 2 种病害发生区。研究目前种植的油用型向日葵品种对向日葵白锈病和黑茎病的抗性差异, 可为新疆伊犁地区向日葵品种选育及其病害综合防控提供理论依据。【方法】选择伊犁地区广泛种植的 16 种油用型向日葵种质资源为供试品种, 试验地设在新源县和特克斯县田间, 于 2015 年 5—9 月调查样地的病叶数, 并计算病情指数, 同时测定样地的平均产量, 最后综合以上结果确定各品种的抗性水平。【结果】不同向日葵品种在同一供试条件下对白锈病和黑茎病存在明显的抗性差异, 在新源县 NX19012(西域朝阳)的病情指数分别为 7.83 和 25.62, 而品种 KWS204 的病情指数为 21.04 和 39.50; 部分品种在不同的供试地点表现出一致的抗性水平, 品种新引 S31 感染白锈病后在新源县的病情指数为 9.41, 在特克斯县为 9.38; 另有部分品种在不同地点存在不同的抗性水平, 如 G101 感染白锈病后在新源县和特克斯县的病情指数分别为 9.16 和 11.78, 而感染黑茎病后在新源县和特克斯县的病情指数分别为 31.05 和 37.79。【结论】通过对白锈病和黑茎病病情指数、向日葵产量及当地气象数据的综合研究, 发现 NX19012(西域朝阳)最适宜在新疆伊犁地区种植, 品种 S606、TO12244、NX01025(西部骆驼)也可作为多样化种植的候选品种, 而新葵杂系列品种中新葵杂 5 号可作为今后品种选育的试验材料。

关键词: 油用型; 向日葵; 白锈病; 黑茎病; 入侵病害; 病情指数; 新疆

Resistance identification and evaluation of sunflower germplasm resources in Xinjiang

JING Jun¹, CHEN Weimin^{2*}, YU Long³, LIANG Yue⁴, WANG Jiehua², JING Xiu², HAN Lili²

¹Agricultural College, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830052, China; ²Xinjiang Yili Vocational Technical College, Yining, Xinjiang 835000, China; ³Xinjiang Guangfengda Agricultural Science and Technology Co. Ltd., Qapqal, Xinjiang 835300, China; ⁴College of Plant Protection, Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110866, China

Abstract:【Aim】Sunflower white rust (*Albugo tragopogonis*) and black stem (*Phoma macdonaldii*) are two new quarantine diseases. We surveyed Xinyuan and Tekes in Yili Region, Xinjiang, to identify the level of resistance against these new diseases in currently planted sunflower cultivars.【Method】Field trial of 16 cultivars of sunflower planted widely in Yili was carried out for surveying the number of diseased leaves at Xinyuan County and Tekes County from May to September, 2015. Disease index and average yield of sample trails were integrated for analysis of resistance to white rust and black stem.【Result】We found differences in resistance: cv. Xinyuan NX19012 (Xiyuzhaoyang), the disease indices were 7.83 and 25.62, cv. KWS204 had values of 21.04 and 39.50; The same cultivar in different places showed consistent levels of resistance: cv. Xinyin S31 in Xinyuan, the sunflower white rust disease index was 9.41, while in Tekes, it was 9.38. Not all cultivars were consistent: cv. G101 had sunflower white rust disease indices of 9.16 in Xinyuan, while 11.78 in Tekes, and the same for sunflower black stem were 31.05 and 37.79, respectively.【Conclusion】Cv. NX19012 (Xiyuzhaoyang) was the most suitable to plant in Yili Region through the comprehensive analysis of

收稿日期(Received): 2016-09-13 接受日期(Accepted): 2016-11-25

基金项目: 新疆科技厅科技成果转化专项资金项目(201454101)

作者简介: 荆珺, 女, 硕士研究生。研究方向: 作物病害。E-mail: 1498974388@qq.com

* 通信作者(Author for correspondence), E-mail: cwm3998@163.com

disease index, production, and locally meteorological data. Cv. S606, TO12244, NX01025 (Xibuluotuo) may also be considered as alternative cultivars and Xinkuiza No. 5 of Xinkuiza series was possibly a useful cv. for future breeding efforts.

Key words: oil cultivars; sunflower; white blister rust; black stem disease; invaded quarantine disease; disease index; Xinjiang

向日葵白锈病和黑茎病分别由真菌 *Albugo tragopogonis* (Pers.) Gray 和 *Phoma macdonaldii* Boerhaave 引起,在世界范围内严重威胁向日葵的生产(陈卫民等,2006,2008a,2008b,2008c,2010a; Gulya *et al.*, 1997)。其中,白锈病在澳大利亚、阿根廷、南非、德国、美国经常暴发(Lava *et al.*, 2015);而黑茎病在欧洲、南亚、阿根廷、澳大利亚和美国均有报道(Maleki & Darvishzadeh, 2014; Seassau *et al.*, 2010),在法国该病害流行曾造成 $1.3 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ 的严重损失(Pérès *et al.*, 2000)。通过调查发现,近年来在新疆由向日葵白锈病和黑茎病造成的危害,是导致向日葵产量下降的主要原因。由于向日葵对多种植物病害的敏感性,遗传抗病成为防治白锈病和黑茎病的有效策略之一(Gutierrez *et al.*, 2012; Schwanck *et al.*, 2016),但在我国有关向日葵种质资源对白锈病和黑茎病抗性鉴定的报道较少。本研究旨在查清目前新疆种植的油用型向日葵品种对向日葵白锈病和黑茎病的抗性差异,并探明 2 种病害严重度与向日葵产量之间的相互关系,为新疆地区向日葵种植品种的选育提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地及供试品种

新疆伊犁地区是油用型向日葵主要种植区,每年种植约 3.33 万 hm^2 ,其中新源县(N43.435406°, E83.267518°)和特克斯县(N43.227535°, E81.816600°)是主要种植县。因此,试验地选择在这 2 个县。

选择伊犁地区主要种植的 16 个油用型向日葵品种供试,分别为 TO12244、NX01025(西部骆驼)、新葵杂 4 号、新引 S31、KWS204、新葵杂 6 号、矮大头 567、NX19012(西域朝阳)、新葵杂 10 号、S606、矮大头 1003、新葵杂 5 号、T8221、新引 711、澳优、G101。

1.2 试验设计

试验于 2015 年 5—9 月进行,新源县 5 月 13 日播种,特克斯县 5 月 15 日播种,东西走向种植,株

距 27 cm,行距 50 cm,共 16 个处理,重复 3 次。小区区长 6 m,宽 2 m,每个小区种植 4 行。各处理小区采用随机区组排列(陈卫民等,2010b,2013;方仲达,1998;宋红梅等,2006;王宝山,2008;张金霞等,2012)。

1.3 田间调查

田间向日葵白锈病调查时间为 6 月 19 日(6 月 21 日)、7 月 1 日、7 月 9 日、7 月 20 日(7 月 19 日)、8 月 5 日。每个小区第 2、3 行取样,每行取 5 株,共 10 株,挂牌标记进行定点调查。每株取上、中、下 3 片叶,数出其中有白锈病病斑的叶片数,计算病情指数。

向日葵黑茎病调查时间为 7 月 20 日、8 月 5 日、8 月 19 日(8 月 18 日)、8 月 31 日、9 月 7 日(9 月 8 日)、9 月 24 日(9 月 29 日)。统计方法同上。

测产时每个小区随机取样 10 株,测得平均单株产量,再结合小区面积和小区株数,统计每个小区的产量。

1.4 数据统计与分析

向日葵白锈病、黑茎病病情指数计算参照陈卫民等(2014),向日葵白锈病、黑茎病抗性划分标准参照陈卫民等(2010b)。所有数据均采用 DPS 数据处理软件的邓肯氏新复极差法和 Excel 软件进行统计与分析。

2 结果与分析

2.1 向日葵生长期新源县和特克斯县的温度和降雨量

向日葵生长期间的温度和降雨量对病害发生的影响很大。表 1 显示,向日葵整个生长期新源县的温度均高于特克斯县,总温度高出 $353.3 \text{ }^{\circ}\text{C}$,5 月 13 日—7 月 1 日(苗期)温度明显高于特克斯县,8 月 20 日(结籽期)以后两地温度基本一致;两地的降雨量未呈现一定的规律,但新源县的总降雨量低于特克斯县,共低 47.6 mm 。

表 1 向日葵生长期内新源县和特克斯县的温度和降雨量(2015 年)
Table 1 Temperature and rainfall in Xinyuan and Tekes during the sunflower growing season in 2015

起止时间 Beginning and ending time	新源县 Xinyuan		起止时间 Beginning and ending time	特克斯县 Tekes	
	温度 Temperature/℃	降雨量 Rainfall/mm		温度 Temperature/℃	降雨量 Rainfall/mm
5 月 13 日—6 月 19 日 13 May–19 June	692.9	144.4	5 月 15 日—6 月 21 日 15 May–21 June	608.0	102.8
6 月 20 日—7 月 1 日 20 June–1 July	262.2	33.5	6 月 22 日—7 月 1 日 22 June–1 July	190.8	58.8
7 月 2 日—7 月 9 日 2 July–9 July	179.0	6.5	7 月 2 日—7 月 9 日 2 July–9 July	156.0	15.3
7 月 10 日—7 月 20 日 10 July–20 July	280.0	0.5	7 月 10 日—7 月 19 日 10 July–19 July	223.0	5.5
7 月 21 日—8 月 5 日 21 July–5 August	410.0	12.7	7 月 20 日—8 月 5 日 20 July–5 August	387.0	57.6
8 月 6 日—8 月 19 日 6 August–19 August	304.0	16.1	8 月 6 日—8 月 18 日 6 August–18 August	242.0	26.2
8 月 20 日—8 月 31 日 20 August–31 August	233.0	36.9	8 月 19 日—8 月 31 日 19 August–31 August	226.0	20.7
9 月 1 日—9 月 7 日 1 September–7 September	117.0	4.5	9 月 1 日—9 月 8 日 1 September–8 September	115.0	5.9
9 月 8 日—9 月 24 日 8 September–24 September	268.0	39.6	9 月 9 日—9 月 28 日 9 September–28 September	245.0	49.5
合计 Total	2746.1	294.7	合计 Total	2392.8	342.3

2.2 向日葵白锈病调查结果

2.2.1 新源县向日葵白锈病病情指数 由表 2 可以看出,新源县向日葵白锈病病情指数随着时间的推移呈逐渐上升的趋势。6 月 19 日第 1 次调查时各品种向日葵已发病,其中,KWS204 病情指数最高,达 5.93,NX19012(西域朝阳)病情指数最低,为 1.23;8 月 5 日最后一次调查时,KWS204 病情指数仍最高,达 39.75,矮大头 567DW 病情指数最低,为 10.49。5 次调查各品种的平均病情指数排序为

KWS204>新葵杂 6 号>澳优>新葵杂 4 号>新葵杂 10 号>矮大头 1003>新引 S31>S606>新引 711>T8221>G101>NX01025(西部骆驼)>矮大头 567DW>TO12244>新葵杂 5 号>NX19012(西域朝阳)。方差分析显示,KWS204 的病情指数与其他 15 个品种差异极显著($P<0.01$),新葵杂 6 号的病情指数与 NX19012(西域朝阳)、TO12244、矮大头 567DW、新葵杂 5 号、NX01025(西部骆驼)差异极显著($P<0.01$),而与其他 9 个品种差异不显著($P>0.01$)。

表 2 2015 年新源县向日葵白锈病病情指数
Table 2 Disease index of sunflower white blister rust in Xinyuan, 2015

品种 Cultivar	病情指数					均值±标准差 Mean±SD
	6 月 19 日 9 June	7 月 1 日 1 July	7 月 9 日 9 July	7 月 20 日 20 July	8 月 5 日 5 August	
TO12244	3.45	8.52	8.27	9.38	12.10	8.9717±3.3954Ccd
NX01025(西部骆驼) Xibuluotuo	2.47	7.41	10.00	10.37	12.59	9.2463±4.3542Ccd
新葵杂 4 号 Xinkuiza No.4	4.07	7.53	12.34	16.54	18.64	12.0782±6.3281BCbcd
新引 S31 XinyinS31	3.58	8.89	10.62	11.60	12.34	9.8444±3.7137BCcd
KWS204	5.93	16.29	17.28	25.93	39.75	22.9749±14.1325Aa
新葵杂 6 号 Xinkuiza No.6	3.95	8.52	15.56	15.80	26.17	14.9970±9.0556Bb
矮大头 567DW Aidatou567DW	4.69	7.98	8.77	9.88	10.49	9.1189±2.4440Ccd
NX19012(西域朝阳) Xiyuzhaoyang	1.23	6.67	9.75	10.12	11.36	8.2272±4.6273Cd
新葵杂 10 号 Xinkuiza No.10	3.58	8.03	12.47	13.21	16.30	11.7994±5.4888BCbcd
S606	3.21	7.90	10.62	11.85	13.82	9.8349±4.4329BCcd
矮大头 1003 Aidatou1003	3.08	5.70	9.92	11.26	17.89	9.9033±6.1886BCcd
新葵杂 5 号 Xinkuiza No.5	3.44	4.69	10.12	9.26	14.81	8.9380±4.7321Ccd
T8221	3.21	9.01	10.00	10.74	12.59	9.5401±3.8905BCcd
新引 711 Xinyin711	3.58	8.40	11.11	11.11	12.84	9.7540±3.9299BCcd
澳优 Aoyou	3.70	9.75	12.35	17.53	19.75	13.2585±6.2128BCbc
G101	3.95	8.15	9.14	10.49	14.07	9.5288±3.7750BCcd

同列数据后附不同大、小写字母者分别表示在 0.01、0.05 水平上差异显著。每个处理重复 3 次。
Different lowercase and capital letters in the same column indicate significant difference at 0.05 and 0.01 level in statistical analysis with three replicates.

2.2.2 特克斯县向日葵白锈病病情指数 由表 3 可以看出,特克斯县向日葵白锈病病情指数随着时

间的推移呈逐渐上升的趋势。6 月 21 日各品种的病情指数都较低;8 月 5 日最后一次调查时,

KWS204 病情指数最高,达 23.46,新引 S31 和新引 711 病情指数最低,均为 13.95。5 次调查各品种的平均病情指数排序为 KWS204>新葵杂 10 号>新葵杂 4 号>新葵杂 6 号>G101>新葵杂 5 号>T012244>澳优>矮大头 567DW>T8221>新引 S31>新引 711>S606>NX01025(西部骆驼)>NX19012(西域朝阳)>

矮大头 1003。方差分析显示,KWS204 的病情指数与新葵杂 4 号、新葵杂 6 号、新葵杂 10 号、G101 差异不显著($P>0.01$),而与其他 11 个品种差异极显著($P<0.01$),矮大头 1003、NX19012(西域朝阳)、新引 711、S606、新引 S31、NX01025(西部骆驼)之间差异不显著($P>0.05$)。

表 3 2015 年特克斯县向日葵白锈病病情指数
Table 3 Disease index of sunflower white blister rust at Tekes, 2015

品种 Cultivar	病情指数					均值±标准差 Mean±SD
	6 月 21 日 21 June	7 月 1 日 1 July	7 月 9 日 9 July	7 月 19 日 19 July	8 月 5 日 5 August	
T012244	0.00	7.29	12.22	13.83	19.01	11.5216±7.4026BCbc
NX01025(西部骆驼) Xibuluotuo	0.12	5.81	11.48	12.84	18.27	9.5347±6.5933CDed
新葵杂 4 号 Xinkuiza No.4	0.12	9.01	13.70	17.03	20.12	12.3896±7.9386ABCb
新引 S31 XinyinS31	0.62	7.78	11.85	12.71	13.95	9.7490±5.4411CDed
KWS204	0.49	11.97	15.31	21.11	23.46	15.6760±9.0041Aa
新葵杂 6 号 Xinkuiza No.6	0.00	7.28	15.55	17.78	18.77	12.2616±8.0423ABCb
矮大头 567DW Aidatou567DW	0.12	8.77	10.86	13.70	20.99	11.3126±7.7260BCbc
NX19012(西域朝阳) Xiyuzhaoyang	0.00	6.05	11.48	12.22	15.53	9.4071±6.6176CDed
新葵杂 10 号 Xinkuiza No.10	0.37	9.63	14.57	16.30	21.48	12.5930±8.6371ABab
S606	0.25	8.40	11.11	12.59	14.81	9.5630±6.0206CDed
矮大头 1003 Aidatou1003	0.00	4.94	8.27	10.00	14.45	7.6752±5.5497Dd
新葵杂 5 号 Xinkuiza No.5	0.49	10.62	12.59	16.05	16.42	12.0231±6.4988BCbc
T8221	0.62	7.66	11.11	15.31	22.22	11.1695±8.1665BCbc
新引 711 Xinyin711	0.12	6.92	12.84	13.08	13.95	9.6221±6.0578BCDed
澳优 Aoyou	0.37	7.41	12.10	15.06	19.64	11.3168±7.5333BCbc
G101	0.25	8.15	14.07	16.42	20.00	12.2048±8.2978ABCb

同列数据后附不同大、小写字母者分别表示在 0.01、0.05 水平上差异显著。每个处理重复 3 次。

Different lowercase and capital letters in the same column indicate significant difference at 0.05 and 0.01 level in statistical analysis with three replicates.

综合表 1、表 2、表 3 可以看出,新源县 5 月 13 日至 6 月 19 日总温度为 692.9℃,降雨量为 144.4 mm;5 月 15 日—6 月 21 日特克斯县的总温度为 608.0℃,降雨量为 102.8 mm;新源县的总温度和降雨量均高于特克斯县。高温、高湿是向日葵白锈病发生的适宜条件,因此新源县向日葵白锈病的发病早于特克斯县。6 月 22 日以后,特克斯县的降雨量开始上升,低温、高湿是向日葵白锈病循环侵染的适宜条件,致使后期特克斯县向日葵白锈病的病情指数高于新源县。新葵杂系列在两地的病情指数均偏高;在后期调查中,2 个品种 KWS204、矮大头 1003 在新源县和特克斯县表现出明显的差异,且在新源县的病情指数高于特克斯县,以 KWS204 品种尤为明显,这与特克斯县温度低、降雨多有关。

2.3 向日葵黑茎病调查结果

2.3.1 新源县向日葵黑茎病病情指数 由表 4 可

以看出,新源县向日葵黑茎病病情指数随着时间的推移呈逐渐上升的趋势,且后期上升速度较快。7 月 20 日向日葵黑茎病已发生,其中,KWS204 病情指数最高,达 9.59,T012244 病情指数最低,为 0.37;9 月 24 日调查时各品种病情指数上升幅度较大,KWS204 病情指数仍最高,达 95.56,新引 S31 病情指数最低,为 65.19。供试品种中,KWS204、矮大头 567DW 发病最重,病情指数上升较快。6 次调查各品种的平均病情指数排序为矮大头 567DW>KWS204>矮大头 1003>新葵杂 6 号>澳优>新葵杂 4 号>G101>新葵杂 10 号>新葵杂 5 号>新引 711>NX01025(西部骆驼)>T012244>新引 S31>T8221>S606>NX19012(西域朝阳)。方差分析显示,矮大头 567DW 与新葵杂 4 号、KWS204、新葵杂 6 号、矮大头 1003、澳优、G101 差异不显著($P>0.01$),而与其他 9 个品种差异极显著($P<0.01$)。

表 4 2015 年新源县向日葵黑茎病病情指数

Table 4 Disease index of sunflower black stem rot in Xinyuan, 2015

品种 Cultivar	病情指数						均值±标准差 Mean±SD
	7 月 20 日 20 July	8 月 5 日 5 August	8 月 19 日 19 August	8 月 31 日 31 August	9 月 7 日 7 September	9 月 24 日 24 September	
TO12244	0.37	8.89	14.81	31.85	36.30	69.63	28.9451±25.5181Ccd
NX01025(西部骆驼) Xibuluotuo	3.41	12.22	12.59	28.15	37.04	74.81	29.1449±27.0162Ccd
新葵杂 4 号 Xinkuiza No.4	1.85	6.67	15.19	31.85	42.96	88.15	33.6129±32.5217ABCbcd
新引 S31 XinyinS31	2.15	8.89	16.30	29.63	37.04	65.19	28.3861±25.0588Ccd
KWS204	9.59	17.78	47.41	28.15	38.52	95.56	39.8760±31.3136ABa
新葵杂 6 号 Xinkuiza No.6	3.70	9.63	14.44	40.74	42.22	88.89	35.6649±33.4644ABCabc
矮大头 567DW Aidatou567DW	2.74	25.93	34.81	43.71	45.93	87.41	44.0571±28.3830Aa
NX19012(西域朝阳) Xiyuzhaoyang	5.93	7.78	11.85	26.67	30.37	71.11	27.5164±27.5402Ccd
新葵杂 10 号 Xinkuiza No.10	4.67	8.15	14.82	32.59	37.04	74.82	30.6163±27.1236Cbcd
S606	6.26	12.22	14.82	20.74	32.59	71.11	27.6453±21.6312Cd
矮大头 1003 Aidatou1003	5.74	25.18	31.11	38.52	39.26	73.33	37.4419±22.5948ABCab
新葵杂 5 号 Xinkuiza No.5	4.44	11.48	14.07	28.15	36.30	82.22	29.9256±29.9958BCbcd
T8221	5.78	11.85	13.33	23.70	29.63	77.04	28.0899±26.2894Ccd
新引 711 Xinyin711	6.15	12.59	13.33	25.18	30.37	71.85	29.1510±25.3369Ccd
澳优 Aoyou	4.07	12.22	16.30	33.34	36.30	94.82	34.6919±35.0525ABCabcd
G101	3.70	10.74	14.07	31.11	36.30	90.37	32.4982±34.7725ABCbcd

同列数据后附不同大、小写字母者分别表示在 0.01、0.05 水平上差异显著。每个处理重复 3 次。

Different lowercase and capital letters in the same column indicate significant difference at 0.05 and 0.01 level in statistical analysis with three replicates.

2.3.2 特克斯县向日葵黑茎病病情指数 由表 5 可以看出,特克斯县向日葵黑茎病病情指数随着时间的推移呈逐渐上升的趋势,且后期上升速度较快。7 月 20 日向日葵黑茎病已发生,新葵杂 6 号病情指数最高,达 5.77,TO12244 病情指数最低,为 0.12;9 月 29 日调查时,各品种病情指数上升幅度较大,所有病情指数均在 70 以上,其中,新引 S31 病情指数最高,达 93.33,TO12244 病情指数仍最

低,为 70.74。6 次调查各品种的平均病情指数排序为矮大头 567DW>G101>KWS204>澳优>新葵杂 6 号>新葵杂 10 号>新葵杂 5 号>矮大头 1003>新引 711>新葵杂 4 号>NX01025(西部骆驼)>S606>NX19012(西域朝阳)>T8221>新引 S31>TO12244。方差分析显示,矮大头 567DW 病情指数与 G101 差异不显著($P>0.01$),而与其他 14 个品种差异极显著($P<0.01$)。

表 5 2015 年特克斯县向日葵黑茎病病情指数

Table 5 Disease index of sunflower black stem rot at Tekes, 2015

品种 Cultivar	病情指数						均值±标准差 Mean±SD
	7 月 20 日 20 July	8 月 5 日 5 August	8 月 18 日 18 August	8 月 31 日 31 August	9 月 8 日 8 September	9 月 29 日 29 September	
TO12244	0.12	7.41	15.93	33.33	46.67	70.74	29.5345±26.4908Cc
NX01025(西部骆驼) Xibuluotuo	0.98	1.85	8.52	32.59	41.48	88.15	31.2739±34.0955Cc
新葵杂 4 号 Xinkuiza No.4	1.03	2.96	13.33	40.00	44.45	87.41	31.3215±35.8346BCc
新引 S31 XinyinS31	0.68	1.85	13.33	34.07	37.78	93.33	30.1859±34.4905Cc
KWS204	4.39	12.22	20.74	44.44	45.19	85.18	35.0789±29.5052BCbe
新葵杂 6 号 Xinkuiza No.6	5.77	10.74	12.22	36.30	42.22	92.59	33.5738±35.4192BCbe
矮大头 567DW Aidatou567DW	5.56	16.67	41.48	46.67	51.85	89.63	45.6023±32.3293Aa
NX19012(西域朝阳) Xiyuzhaoyang	1.35	2.96	11.11	25.11	45.93	85.56	31.2212±35.3907Cc
新葵杂 10 号 Xinkuiza No.10	3.89	8.52	16.30	30.37	46.67	87.41	32.6785±32.3700BCc
S606	0.21	1.11	11.85	28.52	43.71	89.63	31.2712±35.8067Cc
矮大头 1003 Aidatou1003	1.69	5.19	20.74	38.52	48.15	72.59	32.1176±29.5895BCc
新葵杂 5 号 Xinkuiza No.5	0.67	1.85	12.22	30.37	48.89	89.63	32.4919±37.9238BCc
T8221	0.89	2.96	14.07	31.11	43.70	92.59	31.1926±35.6172BCc
新引 711 Xinyin711	1.23	4.07	16.59	24.44	45.92	82.22	31.8857±30.7488Cc
澳优 Aoyou	0.65	5.18	14.45	31.11	45.93	90.37	33.7290±36.1184BCc
G101	2.67	10.00	27.41	42.22	51.85	92.59	42.0558±34.4135ABab

同列数据后附不同大、小写字母者分别表示在 0.01、0.05 水平上差异显著。每个处理重复 3 次。

Different lowercase and capital letters in the same column indicate significant difference at 0.05 and 0.01 level in statistical analysis with three replicates.

综合表 1、表 4、表 5 可以看出,2015 年 5 月 13 日—9 月 28 日新源县的总温度高于特克斯县,降雨量低于特克斯县。在第 1 次(7 月 20 日)、第 2 次(8 月 5 日)调查时新源县的向日葵黑茎病病情指数均高于特克斯县,说明新源县的发病早于特克斯县;但从 6 次调查的平均病情指数来看,除 KWS204、矮大头 1003、澳优外,其余 13 个品种在特克斯县的病情指数均高于新源县,这与特克斯县的低温度、多降雨有密切的关系。

2.4 油用型向日葵种质的产量

表 6 显示,新源县向日葵平均产量排序为 NX19012(西域朝阳)>S606>TO12244>NX01025(西部骆驼)>G101>新葵杂 5 号>T8221>新引 711>新引 S31>新葵杂 4 号>新葵杂 6 号>新葵杂 10 号>澳优>KWS204>矮大头 567DW>矮大头 1003。由方差

分析结果可知,NX19012(西域朝阳)产量与矮大头 1003、矮大头 567DW、KWS204 差异极显著($P < 0.01$),而与其他 12 个品种差异不显著($P > 0.01$)。

特克斯县向日葵平均产量排序为 NX19012(西域朝阳)>新引 711>S606>TO12244>NX01025(西部骆驼)>新引 S31>新葵杂 5 号>G101>澳优>矮大头 567DW>新葵杂 10 号>T8221>新葵杂 4 号>KWS204>新葵杂 6 号>矮大头 1003。由方差分析结果可知,NX19012(西域朝阳)与矮大头 1003、新葵杂 6 号差异显著($P < 0.05$),而与其他 13 个品种差异不显著($P > 0.05$)。

此外,除 KWS204、矮大头 567DW、矮大头 1003、澳优外,其余品种在新源县的产量高于特克斯县,这与特克斯县的向日葵白锈病、黑茎病的病情指数高于新源县有关。

表 6 2015 年新源县和特克斯县向日葵产量
Table 6 Sunflower yield of the different cultivars in Xinyuan and Tekes, Xinjiang, 2015

品种 Cultivar	平均产量(均值±标准差) Average yield (mean±SD)/(kg·hm ⁻²)	
	新源县 Xinyuan	特克斯县 Tekes
TO12244	20.355±1.2395Aa	18.1356±2.9378Aabc
NX01025(西部骆驼) Xibuluotuo	18.4467±2.5448Aa	17.9571±4.129Aabc
新葵杂 4 号 Xinkuiza No.4	17.4898±1.6764Aab	15.5008±2.2894Aabc
新引 S31 XinyinS31	17.6667±2.4239Aab	17.4682±2.2131Aabc
KWS204	10.4589±1.3053BCb	15.167±1.536Aabc
新葵杂 6 号 Xinkuiza No.6	17.3923±2.1039ABab	12.9778±0.3946Abc
矮大头 567DW Aidatou567DW	8.1728±1.4115Cc	16.5042±4.4765Aabc
NX19012(西域朝阳) Xiyuzhaoyang	20.3422±0.7338Aa	19.895±2.0274Aa
新葵杂 10 号 Xinkuiza No.10	16.8051±3.4371ABab	17.4867±3.5821Aabc
S606	20.2759±1.4912Aa	17.7911±1.8143Aabc
矮大头 1003 Aidatou1003	8.2021±1.411Cc	12.7699±1.3459Ac
新葵杂 5 号 Xinkuiza No.5	19.1589±6.7589Aa	16.8542±2.2907Aabc
T8221	17.8333±1.4434Aab	16.5268±5.4271Aabc
新引 711 Xinyin711	18.6066±2.5093Aab	18.9917±1.0887Aab
澳优 Aoyou	12.8797±4.0127ABCbc	17.9167±4.2395Aabc
G101	18.36±4.4616Aa	16.7936±2.2217Aabc

同列数据后附不同大、小写字母者分别表示在 0.01、0.05 水平上差异显著。每个处理重复 3 次。

Different lowercase and capital letters in the same column indicate significant difference at 0.05 and 0.01 level in statistical analysis with three replicates.

2.5 油用型向日葵种质的抗性鉴定

由表 7 可知,对于向日葵白锈病,新葵杂 6 号在新源县表现为中感,在特克斯县表现为高感;TO12244、NX01025(西部骆驼)、新引 S31、矮大头 567DW、NX19012(西域朝阳)、S606、新葵杂 5 号、T8221、新引 711、澳优 10 个品种在新源县表现为中抗,在特克斯县表现为中感;新葵杂 4 号、新葵杂 10 号、G101 在新源县表现为中抗,在特克斯县表现为

高感;KWS204 在新源县和特克斯县均表现为高感,矮大头 1003 品种在新源县和特克斯县均表现为中抗。

对于向日葵黑茎病,TO12244、NX01025(西部骆驼)、新葵杂 4 号、新引 S31、NX19012(西域朝阳)、新葵杂 10 号、S606、新葵杂 5 号、T8221、新引 711 在新源县和特克斯县均表现为中感;KWS204、矮大头 567DW 均表现为高感;新葵杂 6 号、矮大头 1003、澳优在新源县表现为高感,在特克斯县表现

为中感;G101 在新源县表现为中感,在特克斯县表现为高感。

综合来看,不同品种对于白锈病的抗性不同,在新源县普遍具有中抗特征,而在特克斯县则表现为中感甚至高感特征;不同品种在 2 个地区对于黑茎病表现基本一致,普遍为中感或高感特征。

表 7 新源县和特克斯县各品种抗性鉴定结果(新疆,2015 年)

Table 7 Evaluation of resistance levels of different sunflower cultivars in Xinyuan and Tekes, Xinjiang, 2015

品种 Cultivar	白锈病 White blister rust		黑茎病 Black stem disease	
	新源县 Xinyuan	特克斯县 Tekes	新源县 Xinyuan	特克斯县 Tekes
TO12244	MR	MS	MS	MS
NX01025(西部骆驼) Xibuluotuo	MR	MS	MS	MS
新葵杂 4 号 Xinkuiza No.4	MR	HS	MS	MS
新引 S31 XinyinS31	MR	MS	MS	MS
KWS204	HS	HS	HS	HS
新葵杂 6 号 Xinkuiza No.6	MS	HS	HS	MS
矮大头 567DW Aidatou567DW	MR	MS	HS	HS
NX19012(西域朝阳) Xiyuzhaoyang	MR	MS	MS	MS
新葵杂 10 号 Xinkuiza No.10	MR	HS	MS	MS
S606	MR	MS	MS	MS
矮大头 1003 Aidatou1003	MR	MR	HS	MS
新葵杂 5 号 Xinkuiza No.5	MR	MS	MS	MS
T8221	MR	MS	MS	MS
新引 711 Xinyin711	MR	MS	MS	MS
澳优 Aoyou	MR	MS	HS	MS
G101	MR	HS	MS	HS

HR:高抗;MR:中抗;HS:高感;MS:中感。

HR: High resistant; MR: Moderate resistant; HS: High susceptible; MS: Moderate susceptible.

3 结论与讨论

本研究在向日葵白锈病和黑茎病自然发病的条件下,同时在 2 个县测定目前广泛种植的 16 个油用型向日葵品种对这 2 种病害的抗性水平。结果表明,向日葵种质对白锈病、黑茎病的抗性较差,大部分品种在新源县对向日葵白锈病表现为中抗,而在特克斯县则表现为中感;多数品种在新源县和特克斯县对向日葵黑茎病表现为中感。由于不同品种遗传特点及生态适应性等差异,导致品种间感病程度表现不同(薛丽静等,2001)。不同向日葵品种在同一供试条件下对白锈病和黑茎病均存在明显的抗性差异,如在新源县,品种 NX19012(西域朝阳)的病情指数分别为 7.83 和 25.62,而品种 KWS204 病情指数为 21.04 和 39.50,这与不同品种的遗传背景差异有关;即使同一品种在同一供试地点,对于 2 种病害的抗性水平也呈现一定差异(张治家等,2012)。此外,部分品种在不同的供试地点表现出一致的抗性水平,如品种新引 S31 感染白锈病后在新源县的病情指数为 9.41,在特克斯县为 9.38,可能由于该部分向日葵品种的抗性是以多基因互作而成(曹雄等,2014);另有部分向日葵品种

在不同地点存在不同的抗性水平,如 G101 感染白锈病后在新源县和特克斯县的病情指数分别为 9.16 和 11.78,而感染黑茎病后在新源县和特克斯县的病情指数分别为 31.05 和 37.79,说明在不同地点的向日葵白锈病和黑茎病病原菌的致病力可能存在一定的分化现象(卜浩宇等,2014)。因此,引起向日葵白锈病和黑茎病病原菌致病力分化的原因及部分向日葵品种的抗性机理与分子抗性基础等有待深入研究(曹雄等,2014)。

另外,综合分析向日葵白锈病和黑茎病的病情指数、向日葵产量及当地气象数据,发现 NX19012(西域朝阳)最适宜在新疆伊犁地区种植,其对白锈病和黑茎病病原菌具有较高的抗性,且感病亲和能力较差,使得该品种在新源县和特克斯县的 2 种病害发生季,仍然保持较高产量。品种 S606、TO12244、NX01025(西部骆驼)也可以作为多样化种植的潜在候选品种,病原菌虽可在这些品种上造成病害,但对其产量影响相对较小。新葵杂系列品种中,新葵杂 5 号的产量优于新葵杂 4 号、6 号、10 号品种,具有较好的耐病性,可为后期品种选育提供试验材料。研究还发现, KWS204、矮大头

567DW、矮大头 1003、澳优 4 个品种感病性较高,导致病害发生严重,产量水平较低。因此,不建议在特克斯县和新源县种植以上品种,而是否可以在新疆其他县(市)种植,需要进一步研究。

参考文献

- 卜浩宇, 张贵, 侯亚光, 李敏, 景岚, 周洪友, 赵君, 2014. 不同向日葵品种资源对菌核病抗性的田间鉴定. 内蒙古农业大学学报(自然科学版), 35(5): 30-37.
- 陈卫民, 2008a. 新疆向日葵有害生物. 北京: 科学普及出版社.
- 陈卫民, 2010a. 新疆外来入侵有害生物. 北京: 科学普及出版社.
- 陈卫民, 马福杰, 荆璐, 王杰花, 2014. 播期和种植密度对伊犁地区向日葵黑茎病及白锈病发生的影响. 植物检疫, 28(9): 51-54.
- 陈卫民, 张中义, 马俊义, 焦子伟, 2006. 国内新病害——新疆向日葵白锈病发生研究. 云南农业大学学报, 21(2): 184-187.
- 陈卫民, 郭庆元, 宋红梅, 王华, 马福杰, 景新跃, 2008b. 新疆伊犁河谷发现向日葵黑茎病. 植物检疫, 22(3): 176-178.
- 陈卫民, 郭庆元, 宋红梅, 王华, 马福杰, 景新跃, 2008c. 国内新病害——向日葵茎点霉黑茎病在新疆伊犁河谷的发生初报. 云南农业大学学报, 23(5): 609-612.
- 陈卫民, 张金霞, 马福杰, 张祥林, 2013. 新疆新源县 32 个向日葵品种对黑茎病和白锈病抗性鉴定. 农业科技通讯(5): 105-108.
- 陈卫民, 郭庆元, 2010b. 新疆伊犁河谷特克斯县向日葵不同品种黑茎病田间抗病性研究 // 吴孔明. 公共植保与绿色防控, 中国植物保护学会 2010 年学术年会论文集. 北京: 中国农业科学技术出版社: 194-198.
- 曹雄, 孟庆林, 刘继霞, 李小娟, 卜浩宇, 任杰, 张贵, 马立功, 赵君, 2014. 不同向日葵品种资源对黄萎病抗性的田间鉴定. 作物杂志(1): 67-72.
- 方仲达, 1998. 植病研究法. 3 版. 北京: 农业出版社.
- 景岚, 王丽芳, 康俊, 韩青梅, 康振生, 2013. 向日葵品种对锈病抗性的组织学和超微结构研究. 中国油料作物学报, 35(3): 313-316.
- 宋红梅, 陈卫民, 汪贵山, 马福杰, 李志斌, 焦子伟, 乌斯满江, 2006. 新疆伊犁河谷新源县向日葵不同品种白锈病田间抗病性研究 // 成卓敏. 科技创新与绿色植保. 北京: 中国农业科学技术出版社: 174-176.
- 王宝山, 2008. 试验统计方法. 北京: 中国农业出版社.
- 薛丽静, 于海燕, 乔亚民, 董百春, 沙洪林, 李慧英, 姜福成, 2001. 吉林省向日葵新引资源对黑斑病抗性鉴定. 植物遗传资源科学, 2(1): 64-65.
- 张金霞, 尤娴, 陈卫民, 廖真剑, 2012. 新疆特克斯县 23 个向日葵不同品种黑茎病田间抗性鉴定 // 吴孔明. 植保科技创新与现代农业建设: 中国植物保护学会 50 周年庆祝大会暨 2012 年学术年会论文集. 北京: 中国农业科学技术出版社: 72-77.
- 张治家, 白全江, 曹丽霞, 云小鹏, 徐利敏, 2012. 优质向日葵种质资源抗山西不同区域向日葵列当研究. 山西农业科学, 40(2): 153-155.
- GULYA T, RASHID K Y and MASIREVIC S M, 1997. Sunflower disease: phoma black stem // SCHNEITER A. Sunflower Technology and Production. Madison, USA: Crop Science Society of America: 319-322.
- GUTIERREZ A, CANTAMUTTO M and POVERENE M, 2012. Disease tolerance in *Helianthus petiolaris*: a genetic resource for sunflower breeding. *Plant Production Science*, 15(3): 204-208.
- LAVA S S, ZIPPER R and SPRING O, 2015. Sunflower white blister rust — Host specificity and fungicide effects on infectivity and early infection stages. *Crop Protection*, 67: 214-222.
- MALEKI H H and DARVISHZADEH R, 2014. Study of interactions between sunflower genotypes and black stem (*Phoma macdonaldii*) isolates using GGE biplot approach. *Journal of Crop Protection*, 3(1): 51-57.
- PÉRÈS A, POISSON B and DROLON G, 2000. The dry plant syndrome on sunflower: study of causes and approach of the incidence // *Progress VI International Plant Disease Conference*. Tours, France: Association Française de Protection des Plantes: 489-495.
- SEASSAU C, DEBAEKE P, MESTRIES E and DECHAMP-GUILLAUME G, 2010. Evaluation of inoculation methods to reproduce sunflower premature ripening caused by *Phoma macdonaldii*. *Plant Disease*, 94(12): 1398-1404.
- SCHWANCK A A, SAVARY S, DEBAEKE P, VINCOURT P and WILLOCQUET L, 2016. Effects of plant morphological traits on phoma black stem in sunflower. *European Journal of Plant Pathology*, 145: 345-361.

(责任编辑:杨郁霞)