

三江平原主栽大豆品种对大豆疫霉根腐病的抗性分析

杨晓贺¹, 顾鑫¹, 于铭², 赵海红¹, 姚亮亮¹, 刘伟¹, 申宏波³, 丁俊杰¹

(1. 黑龙江省农业科学院 佳木斯分院/农业部佳木斯作物有害生物科学观测试验站, 黑龙江 佳木斯 154007; 2. 黑龙江省绿色食品发展中心, 黑龙江 哈尔滨 150090; 3. 黑龙江省农业职业技术学院, 黑龙江 佳木斯 154007)

摘要:为了明确三江平原地区主栽大豆品种对大豆疫霉根腐病的抗性,对合丰 56、合丰 55、合丰 50 等 13 个主栽品种进行了大豆疫霉菌 1 号小种的盆栽接种和大田接种抗性分析试验。结果表明:合丰 55 在盆栽接种鉴定中表现为抗病,死亡率为 27.41%,与其它品种相比,除了垦丰 16 和绥农 28 外,差异极显著。其在大田接种鉴定中表现为抗病,死亡率为 3.33%,与其它品种相比,除垦丰 16 外,差异显著;大田接种减产率为 3.84%,与未接种对照相比,差异显著。垦丰 16 在盆栽接种鉴定中表现为抗病,死亡率为 24.81%,与其它品种相比,除了合丰 55 和绥农 28 外,差异极显著;在大田接种鉴定中表现为抗病,死亡率为 6.67%,与其它品种相比,除合丰 55 外,差异显著;大田接种减产率为 5.19%,与未接种对照相比,差异显著。研究结果表明,合丰 55 和垦丰 16 具有良好的抗性,大田接种试验表现减产率低,是适合三江平原地区种植的抗大豆疫霉根腐病的优良品种。

关键词:大豆根腐病;大豆疫霉菌;人工接种

中图分类号:S565.1 **文献标识码:**A **DOI:**10.11861/j.issn.1000-9841.2016.02.0291

Resistance of Main Cultivars Against *Phytophthora sojae* Causing Soybean Root Rot in Sanjiang Plain Area

YANG Xiao - he¹ , GU Xin¹ , YU Ming² , ZHAO Hai - hong¹ , YAO Liang - liang¹ , LIU Wei¹ , SHEN Hong - bo³ , DING Jun-jie¹

(1. Jiamusi Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences / Observation and Experiment Station of Crop Pests of Jiamusi, Ministry of Agriculture, Jiamusi 154007, China; 2. Green Food Development Center of Heilongjiang Province, Harbin 150090, China; 3. Heilongjiang Agricultural College of Vocational Technology, Jiamusi 154007, China)

Abstract: In order to confirm the resistance of main cultivars against *Phytophthora sojae* causing soybean root rot in Sanjiang plain area, identification of 13 main cultivars in Sanjiang plain to race 1 of *Phytophthora sojae* with pot and field test by artificial inoculation was done. The results showed that the resistance of Hefeng 55 was resistant in pot test with mortality for 27.41%, and the difference was extremely significant compared to other cultivars except for Kenfeng 16 and Suinong 28. The resistance of Hefeng 55 was resistant in field test with mortality for 3.33%, and the difference was significant compared to other cultivars except for Kenfeng 16. Decreasing rate of Hefeng 55 was 3.84% compared to the control check without inoculation, and the difference was significant. The resistance of Kenfeng 16 was resistant in pot test with mortality for 24.81%, and the difference was extremely significant compared to other cultivars except for Hefeng 55 and Suinong 28. The resistance of Kenfeng 16 was resistant in field with mortality for 6.67%, and the difference was significant compared to other cultivars except for Hefeng 55. Decreasing rate of Kenfeng 16 was 5.19% compared to the control check without inoculation, and the difference was significant. The results showed that Hefeng 55 and Kenfeng 16 were suitable to plant to control the soybean root rot causing by *Phytophthora sojae* in Sanjiang plain area because of their resistance were better and decreasing rates were lower.

Keywords: Soybean root rot; *Phytophthora sojae*; Artificial inoculation

由大豆疫霉菌(*Phytophthora sojae*)引起的大豆疫霉根腐病是大豆生产中的毁灭性病害之一^[1]。自 1948 年首次发现于美国的印第安那州,1955 年公开报道以来,在巴西、阿根廷等世界大豆主产国均有报道^[2]。在我国,最早由沈崇尧于 1989 年在东北地区分离得到该病原菌,并于 1991 年公开报道^[3]。许修宏^[4]于 1998 年在黑龙江省分离到该病

原菌。2001 年在我国淮北地区亦发现该病菌的存在^[5]。大豆疫霉根腐病菌具有明显的生理分化现象,我国大豆疫霉根腐病菌毒力结构较为复杂,而且不同地区大豆疫霉菌优势毒力型存在差异^[6]。

利用大豆疫霉菌接种大豆品种(系),评价大豆种质的抗感性,已有研究者做过大量研究工作。李宝英等^[7]对其收集到的 1 000 余份大豆种质进行大

收稿日期:2015-06-29

基金项目:公益性行业(农业)专项(201303018);黑龙江大豆产业振兴院士工作站资助项目(2013DYGZ203-3);黑龙江省自然科学基金面上项目(C201449);黑龙江省杰出青年科学基金(JC2015005)。

第一作者简介:杨晓贺(1981-),女,硕士,助理研究员,主要从事作物病虫害防治研究。E-mail:yangxiaoh_2000@163.com。

通讯作者:丁俊杰(1974-),男,博士,研究员,主要从事大豆病害研究。E-mail:me999@126.com。

豆疫霉菌的人工接种,鉴定出 5 份抗病材料。吕慧颖等^[2]对东北三省 956 份大豆品种(系)进行抗源筛选,筛选出 23 个品种(系)兼抗美国 25 号和中国 1 号小种。霍云龙等^[8]对 412 份野生大豆资源进行抗病性鉴定,结果表明,有 13.4% 的资源抗大豆疫霉根腐病。朱振东等^[9]对 145 份黑龙江省大豆种质进行 1 号小种的抗病性鉴定,结果表明,抗病品种(系)占 24.14%。

以往的研究者对大豆种质资源进行抗性鉴定,多以室内盆栽接种进行抗病鉴定为主^[7-12],本研究中,室内盆栽接种及大田接种的同时对接种大豆进行了减产率的计算,旨在明确适合三江平原地区种植的抗大豆根腐病品种,为种植抗病品种进行大豆疫霉根腐病的防控提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试大豆品种:由黑龙江省农业科学院佳木斯分院大豆研究所提供的合丰 56、合丰 55、合丰 50、合丰 47、绥农 28、绥农 26、黑农 48 和黑河 38;由黑龙江省农垦科学院农作物开发研究所提供的垦丰 22、垦丰 20、垦丰 17、垦丰 16 和垦丰 14。

供试菌种:本课题组保存的大豆疫霉菌 1 号小种。

1.2 盆栽接种抗性鉴定

盆栽:无菌土 160℃ 高温灭菌 4 h。每盆种 10 粒,每个品种 3 次重复。温室 22~25℃。播种后 14 d,植株第 1 对真叶展开时,即可接种。

采用下胚轴接种法^[11]。用刀片将大豆子叶下方 1 cm 处轻划长度约 1 cm 的伤口,取菌膜(将活化疫霉菌接种于 PDA 培养基斜面上培养 21 d,从试管中取出菌块,用切刀去除菌块后面的培养基,切取 1

cm 宽菌膜)贴在伤口处,接种后立即罩上塑料薄膜保湿 48 h,在 20~25℃ 温度下继续培养,7 d 后调查发病情况。

评价标准^[9]:接种后感病植株很快发生整株萎蔫,植株从接种部位折断,全株枯死,抗病植株仅下胚轴伤口处发生局部变褐,植株继续生长,抗病记以 R(植株死亡率≤30%),感病记以 S(植株死亡率≥70%),中间类型(I)植株死亡率在 31%~70%。

1.3 大田接种抗性鉴定及对产量的影响

田间接种^[13]:将活化的疫霉菌接种于 PDA 培养基斜面上培养 21 d,待菌落长满试管斜面后从试管中取出菌块,将该菌块置于垄中,其上播种大豆,然后覆土,每行平均放置 20 个菌块。每小区 3 m 行长,0.70 m 行宽,4 行区,株距 5 cm。随机区组排列,3 次重复。每个品种均设不接种对照区。

评价标准同 1.2。

播种后,待第一片复叶展开时开始调查。每小区随机取 3 点,每点 10 株,调查死亡率。秋季测产计算减产率。

1.4 数据分析

采用 Excel 2010 和 DPS V 7.05 进行数据统计分析。

2 结果与分析

2.1 盆栽接种抗性鉴定结果

通过盆栽接种鉴定,垦丰 16 和合丰 55 表现为抗病,平均死亡率均低于 30%,与其它品种相比,除绥农 28 外,差异达到极显著水平。垦丰 22、合丰 47、垦丰 17、垦丰 14、黑河 38 和垦丰 20 表现为感病,其中,垦丰 22 抗性最差,平均死亡率为 90.00%。其它品种皆为中间类型(表 1)。

表 1 盆栽接种抗病鉴定结果
Table 1 Identification results of pot test by artificial inoculation

品种 Cultivar	平均死亡率 Average mortality/%	抗性 Resistance	品种 Cultivar	平均死亡率 Average mortality/%	抗性 Resistance
垦丰 22 Kenfeng 22	90.00 aA	S	绥农 26 Suinong 26	57.50 dCD	I
合丰 47 Hefeng 47	86.30 abA	S	黑农 48 Heinong 48	55.19 dD	I
垦丰 17 Kenfeng 17	86.30 abA	S	合丰 50 Hefeng 50	52.22 dD	I
垦丰 14 Kenfeng 14	83.33 abA	S	绥农 28 Suinong 28	32.22 eE	I
黑河 38 Heihe 38	78.52 abAB	S	合丰 55 Hefeng 55	27.41 eE	R
垦丰 20 Kenfeng 20	73.33 bcABC	S	垦丰 16 Kenfeng 16	24.81 eE	R
合丰 56 Hefeng 56	63.33 cdBCD	I			

采用 Duncan's 新复极差法进行多重比较,大小写字母分别代表 0.01 和 0.05 水平下差异显著性。下同。
Multiple comparison testing was performed with SSR, lowercase and capital letters indicate significant difference at 0.05 and 0.01 level, respectively. The same below.

2.2 大田接种抗性鉴定结果

通过大田接种鉴定,合丰 55 和垦丰 16 表现为抗病,平均死亡率分别为 3.33% 和 6.67%,与其它品种相比,差异达到显著水平。绥农 28、黑农 48、绥农 26 和合丰 50 均表现为抗病,其平均死亡率小于

30%,品种之间差异不显著。其余品种皆表现为中间类型,其中,垦丰 22 和合丰 47 抗性最差,平均死亡率皆为 53.33%,与其它品种相比较,除垦丰 17 和黑河 38 以外,差异均达到极显著水平。大田接种试验中,无死亡率高于 70% 的品种(表 2)。

表 2 大田接种抗性鉴定结果

Table 2 Identification results of field test by artificial inoculation

品种 Cultivar	平均死亡率 Average mortality/%	抗性 Resistance	品种 Cultivar	平均死亡率 Average mortality/%	抗性 Resistance
垦丰 22 Kenfeng 22	53.33 aA	I	合丰 50 Hefeng 50	23.33 deCDE	R
合丰 47 Hefeng 47	53.33 aA	I	绥农 26 Suinong 26	23.33 deCDE	R
垦丰 17 Kenfeng 17	46.67 abAB	I	黑农 48 Heinong 48	20.00 eDE	R
黑河 38 Heihe 38	40.00 bcAB	I	绥农 28 Suinong 28	16.67 eEF	R
垦丰 14 Kenfeng 14	36.67 cBC	I	垦丰 16 Kenfeng 16	6.67 fFG	R
垦丰 20 Kenfeng 20	33.33 cdBCD	I	合丰 55 Hefeng 55	3.33 fG	R
合丰 56 Hefeng 56	33.33 cdBCD	I			

2.3 接种大豆疫霉菌对产量的影响

接种大豆疫霉 1 号小种后,供试品种皆有一定程度的减产,且差异皆达到显著水平或极显著水平。减产率最低的品种为合丰 55,减产率为 3.84%,与未接种对照相比,差异显著。其次是品种

垦丰 16,其减产率为 5.19%,与未接种对照相比,差异显著。减产率最高的品种为垦丰 22,减产率为 12.25%,与未接种对照相比,差异达到极显著水平(表 3)。

表 3 接种疫霉菌对产量的影响

Table 3 Influence on yield of pot test by artificial inoculation

品种 Cultivar	产量 Yield/kg·hm ⁻²	减产率 Decreasing rate/%	品种 Cultivar	产量 Yield/kg·hm ⁻²	减产率 Decreasing rate/%
合丰 55 Hefeng 55	2610.24 bA	3.84	垦丰 20 Kenfeng 20	2199.29 bB	9.52
CK	2714.48 aA		CK	2430.67 aA	
垦丰 16 Kenfeng 16	2585.44 bA	5.19	黑河 38 Heihe 38	2074.01 bB	10.36
CK	2727.06 aA		CK	2313.81 aA	
绥农 28 Suinong 28	2405.40 bA	5.58	垦丰 14 Kenfeng 14	2180.49 bA	11.04
CK	2547.52 aA		CK	2451.04 aA	
黑农 48 Heinong 48	2410.79 bA	6.16	垦丰 17 Kenfeng 17	2131.87 bB	11.17
CK	2569.18 aA		CK	2399.83 aA	
合丰 50 Hefeng 50	2424.81 bA	7.03	合丰 47 Hefeng 47	2075.27 bB	11.46
CK	2608.08 aA		CK	2343.93 aA	
绥农 26 Suinong 26	2371.83 bA	7.21	垦丰 22 Kenfeng 22	2248.02 bB	12.25
CK	2556.19 aA		CK	2561.87 aA	
合丰 56 Hefeng 56	2332.32 bA	8.97			
CK	2562.02 aA				

采用 Duncan's 新复极差法进行多重比较,参试品种与对照之间不同大小写字母分别代表 0.01 和 0.05 水平下差异显著。下同。

Multiple comparison testing was performed with SSR, lowercase and capital letters between tested cultivars and its CK indicate significant difference at 0.05 and 0.01 level, respectively. The same below.

3 结论与讨论

对三江平原地区主栽大豆品种进行盆栽接种和大田接种鉴定结果表明,合丰 55 和垦丰 16 为抗

病品种,其产量的减产率最低,为适合该地区种植的抗大豆疫霉根腐病的大豆品种。合丰 55 在盆栽接种鉴定中表现为抗病,死亡率为 27.41%,与其它品种相比,除了同样表现抗病的垦丰 16 和表现中间

类型的绥农 28 外,差异达到极显著水平;其在大田接种鉴定中表现为抗病,死亡率为 3.33%,与其它品种相比,除垦丰 16 外,差异达到显著水平;大田接种减产率为 3.84%,与未接种对照相比,差异显著。垦丰 16 在盆栽接种鉴定中表现为抗病,死亡率为 24.81%,与其它品种相比,除了同样表现抗病的合丰 55 和绥农 28 外,差异达到极显著水平;其在大田接种鉴定中表现为抗病,死亡率为 6.67%,与其它品种相比,除合丰 55 外,差异显著;大田接种减产率为 5.19%,与未接种对照相比,差异显著。

供试品种绥农 28、黑农 48、绥农 26 和合丰 50 在盆栽接种试验中表现为中间类型,但在大田接种试验中表现为抗病,与大田未接种对照相比,减产率较低,均未超过 8.00%。供试品种垦丰 22、合丰 47、垦丰 17 和垦丰 14、黑河 38 和垦丰 20 抗性较差,盆栽接种中皆表现为感病,大田接种中表现为中间类型,与大田未接种对照相比,减产率较高,均超过 11.00%,除垦丰 14 的产量差异达到显著水平外,其它品种皆表现为差异极显著。

对于大豆种质对大豆疫霉病菌的抗性鉴定,已有研究者做过大量的工作^[10-12],但主要为室内盆栽接种抗性鉴定。本研究通过对三江平原地区主栽大豆品种进行室内盆栽和大田人工接种抗性鉴定,使室内接种试验和大田接种试验相结合,使鉴定结果更准确。同时设未接种对照,测定大田接种大豆疫霉菌对产量的影响。本研究中部分品种在室内盆栽接种试验及大田接种试验中的抗性结果有所不同,可能是病原菌接种在田间,受到外界自然环境的影响导致的。由于本研究中接种菌株为单一大豆疫霉 1 号小种,虽然 1 号小种为黑龙江省优势生理小种^[14],但不能保证鉴定的抗病品种对大豆疫霉菌所有小种皆具有抗性,这是本研究中的不足之处。因此,利用大豆疫霉菌多小种对三江平原地区主栽大豆品种进行抗性鉴定,是本研究以后的重点研究方向之一。

参考文献

[1] Schmitthenner A F. Problems and progress in control of *Phytophthora* root rot of soybean[J]. Plant Disease, 1985, 69 (4): 362-368.

[2] 吕慧颖,孔凡江,许修宏,等. 东北三省大豆种质资源对大豆疫霉根腐病的抗性表现[J]. 中国油料作物学报, 2000, 23 (4): 16-18. (Lyu H Y, Kong F J, Xu X H, et al. Preliminary studies on biological characteristics of *Phytophthora Megasperma* var. *sojiae*[J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2000, 23 (4): 16-18.)

[3] 沈崇尧,苏彦纯. 中国大豆疫霉病菌的发现及初步研究[J]. 植物病理学报, 1991, 21(4): 298. (Shen C Y, Su Y C. Dis-

covery and preliminary studies of *Phytophthora megasperma* on soybean in China[J]. Acta Phytopathologica Sinica, 1991, 21 (4): 298.)

[4] 许修宏,吕慧颖,杨庆凯,等. 大豆疫霉根腐病抗源筛选[J]. 大豆科学, 1999, 18(2): 147-150. (Xu X H, Lyu H Y, Yang Q K, et al. Screening of soybean germplasms for resistance to *Phytophthora sojae*[J]. Soybean Science, 1999, 18(2): 147-150.)

[5] 朱振东,王晓鸣,王化波,等. 蒙城大豆疫霉菌的鉴定及其生理小种[J]. 植物病理学报, 2001, 31(3): 236-240. (Zhu Z D, Wang X M, Wang H B, et al. Identification and race of *Phytophthora sojae* isolates collected in MengCheng, Anhui province [J]. Acta Phytopathologica Sinica, 2001, 31(3): 236-240.)

[6] 朱振东,王化波,王晓鸣,等. 中国大豆疫霉菌分布及毒力多样性研究[J]. 中国农业科学, 2003, 36(7): 793-799. (Zhu Z D, Wang H B, Wang X M, et al. Distribution and virulence diversity of *Phytophthora sojae* in China[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2003, 36(7): 793-799.)

[7] 李宝英,马淑梅. 大豆根腐病病原菌种类及抗原筛选[J]. 植物保护学报, 2000, 27(1): 91-92. (Li B Y, Ma S M. Pathogens of soybean root rot and screening of resistant sources[J], Acta Phytophylacica Sinica, 2000, 27(1): 91-92.)

[8] 霍云龙,朱振东,李向华,等. 抗大豆疫霉根腐病野生大豆资源的初步筛选[J]. 植物遗传资源学报, 2005, 6(2): 182-185. (Huo Y L, Zhu Z D, Li X H, et al. Preliminary screening for *Phytophthora* root rot resistance in wild soybean[J]. Journal Plant Genetic Resoures, 2005, 6(2): 182-185.)

[9] 朱振东,王晓鸣,常汝镇,等. 黑龙江省大豆疫霉生理小种鉴定及大豆种质的抗性评价[J]. 中国农业科学, 2000, 33(1): 62-67. (Zhu Z D, Wang X M, Chang R Z, et al. Identification of race of *Phytophthora sojae* and reaction of soybean germplasm resoures in Heilongjiang province[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2000, 33(1): 62-67.)

[10] 马淑梅,李宝英,丁俊杰. 大豆疫霉根腐病抗病资源筛选及抗性遗传研究[J]. 大豆科学, 2001, 20(3): 197-199. (Ma S M, Li B Y, Ding J J. Selections of soybean germplasms with resistance to *Phytophthora* root rot and its use in rteeding for resistance[J]. Soybean Science, 2001, 20(3): 197-199.)

[11] 顾鑫,丁俊杰. 大豆对主要病害多抗性种质资源鉴定[J]. 中国农学通报, 2010, 26(14): 256-260. (Gu X, Ding J J. The multi-resistant identification of soybean to main diseases[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2010, 26(14): 256-260.)

[12] 申宏波,文景芝,苗兴芬,等. 黑龙江省大豆新品系双抗大豆灰斑病、疫霉病鉴定[J]. 大豆科学, 2007, 26(1): 107-110. (Shen H B, Wen J Z, Miao X F, et al. Identification of resistance to both *Cercospor sojina* and *Phytophthora* root rot of new soybean lines in Heilongjiang[J]. Soybean Science, 2007, 26(1): 107-110.)

[13] 李修平,韩英鹏,丁俊杰,等. 与耐大豆疫霉根腐病相关的 QTL 分析[J]. 大豆科学, 2008, 27(4): 572-575. (Li X P, Han Y P, Ding J J, et al. Mapping quantitative trait loci underling tolerance to *Phytophthora* root rot in soybean[J]. Soybean Science, 2008, 27(4): 572-575.)

[14] 马淑梅,丁俊杰,郑天琪,等. 黑龙江省大豆疫霉根腐病生理小种鉴定结果[J]. 大豆科学, 2005, 24 (4): 260-262. (Ma S M, Ding J J, Zheng T Q, et al. The identification of physiological races of *Phytophthora megasperma*[J]. Soybean Science, 2005, 24(4): 260-262.)