



周长军,吴耀坤,于吉东,等.东北地区大豆种质资源对SCN3抗性表型评价[J].黑龙江农业科学,2023(7):47-51.

东北地区大豆种质资源对SCN3抗性表型评价

周长军¹,吴耀坤¹,于吉东¹,刘冰¹,李建英¹,马兰¹,陈刚²

(1.黑龙江省农业科学院大庆分院/国家大豆产业技术体系大庆综合试验站,黑龙江大庆163316; 2.大庆市农业农村社会事业服务中心,黑龙江大庆163311)

摘要:为明确东北地区种质资源对大豆胞囊线虫3号生理小种(SCN3)抗性,以东北地区常用作亲本的620份大豆品种(系)为材料,经2020—2021年SCN3号生理小种田间病圃及室内盆栽接种鉴定。结果表明,2020年田间病圃鉴定对SCN3号生理小种表现中抗以上品种(系)有30份,抗病种质仅占鉴定种质总数的4.84%,2021年对这30份中抗以上材料进行室内盆栽接种鉴定,除白农9号、嫩丰15外,其余品种(系)抗性级别鉴定与田间病圃结果一致。其中农庆豆24、农庆豆28、齐农5号、丰豆1号等13个中抗以上品种可在大豆胞囊线虫病发区直接应用,MN0902CN、MN1701CN、中品03-5373、中品03-5297等9份抗病品系可用作种质资源创新抗病亲本,其他8份中抗品系可用作拓宽抗性基因遗传基础的复合杂交亲本。

关键词:种质资源;大豆胞囊线虫3号生理小种;抗性评价

大豆胞囊线虫(Soybean Cyst Nematode, SCN)病是一种世界性大豆病害,给大豆生产造成严重经济损失^[1],通常采用轮作和使用杀线剂防治该病害,但这些方法存在一定的弊端,不能从根源上控制SCN病害,种植抗病品种是防治SCN病最经济有效且绿色环保的措施^[2],但目前生产上可利用的抗SCN病品种很少。1954年美国首次报道后该病害迅速蔓延,在美国、巴西、中国、阿根廷等大豆主产国均有发生^[3]。在我国广泛分布于河南、山东、安徽、山西、内蒙古、辽宁、吉林、黑龙江等省区,SCN病在美国每年造成的经济损失超过10亿美元^[2],在我国东北和黄淮海大豆产区,每年危害面积达200万hm²^[4]。目前,我国大豆主产区发现1号~7号、9号、11号、13号、14号等11个SCN生理小种,其中3号生理小种在我国分布最广,主要分布在东北三省和内蒙古自治区,4号生理小种浸染能力更强,主要分布在黄淮和西北地区^[5],2015年李沐慧等^[6]对东北三省进行了病害调查,结果发现大豆胞囊线虫病在东北三省发病率达82.67%。

黑龙江省是中国大豆主产区,SCN发生普遍,随着主产区重迎茬面积增加和生理小种变异

加速,大豆受害面积与为害程度有加剧趋势,亟待培育抗病品种^[7]。然而培育抗病品种的前提是了解种质资源的抗病性,因此有很多专家学者对大豆种质资源进行了抗SCN不同生理小种鉴定^[8-11],从中筛选出很多国内外优质抗源,但抗线虫大豆品种的遗传基础狭窄问题依然没有得到解决^[12],而且这些抗性种质大多为黑色或褐色种皮且栽培性状较差的野生大豆或农家品种,在大豆生产中并不能直接应用^[13]。因此有必要对抗大豆胞囊线虫优异种质进行田间抗性鉴定及初步筛选,加速抗性资源鉴定与筛选的同时合理利用、挖掘新的抗病种质,拓宽抗病基因的遗传基础。加快大豆品种改良的速度,培育抗病新品种,减轻SCN危害带来的经济损失,对我国东北主产区大豆产业发展具有重要意义。

本研究以东北地区科研育种单位常用作亲本的620份大豆品种(系)为材料,经SCN3号生理小种田间及室内盆栽接种鉴定,明确东北地区种质资源抗性,为抗病品种(系)在育种中的合理应用提供依据。

1 材料与与方法

1.1 试验地概况

2020年试验在黑龙江省农业科学院大庆分院安达育种基地(46°23'59"N,125°22'2"E;海拔148.4m)SCN3号生理小种病圃进行,病圃为抗感大豆轮作10年土壤;2021年对田间鉴定表现为抗病品种(系),在黑龙江省农业科学院大庆分院温室进行盆栽接种鉴定。

收稿日期:2022-12-23

基金项目:现代农业大豆产业技术体系大庆综合试验站项目(CARS-004-CES07);黑龙江省省属科研业务经费项目(CZ-KYF2023-1-B004)。

第一作者:周长军(1977—),男,硕士,副研究员,从事大豆育种与栽培研究。E-mail:andazhouchangjun@163.com。

1.2 材料

参试品种(系)共 620 份材料(表 1),由国家大豆产业技术体系提供,其中黑龙江省“合农”“绥农”等系列品种 259 份,吉林省“吉农”“吉林”等系列品种 89 份,辽宁省“铁豆”“辽豆”系列品种 115 份,

内蒙古“蒙豆”系列品种 25 份,北京市 7 份,国外品种 33 份,“NO”系列 7 份,“PI”系列 29 份,其他品种 56 份。以 Golden 等^[14]确定的 4 个鉴别寄主 Picket、Peking、PI88788、PI90763 及 Lee 68 为感病对照。

表 1 东北地区大豆种质资源

品种	数量/个	品种	数量/个	品种	数量/个
“合农”系列	47	“东生”系列	5	“吉育”系列	32
“绥农”系列	36	“龙品”系列	4	“吉农”系列	18
“克豆”系列	31	“华疆”系列	4	“吉林”系列	14
“黑农”系列	30	“宾豆”系列	3	“长农”系列	13
“东农”系列	26	“铁豆”系列	63	“公交”系列	9
“黑河”系列	25	“辽豆”系列	31	“白农”系列	3
“垦豆”系列	12	“沈农”系列	11	“中黄”系列	7
“齐农”系列	11	“丹豆”系列	6	“NO”系列	7
“农庆”系列	7	“抚豆”系列	4	“PI”系列	29
“九丰”系列	7	“蒙豆”系列	19	其他品种	56
“龙垦”系列	6	“登科”系列	6		
“圣豆”系列	5	国外品种	33		

1.3 方法

1.3.1 病圃土壤胞囊量测定和生理小种鉴定

春播前采用“Z”型取耕层 5~20 cm 土壤样品 7 份,每份样品 5 kg,取点面积 1.04 m² (2.6 m×0.4 m),对 7 份样品采用改良淘洗-过筛法分离胞囊,并统计数量。种质资源挖根鉴定其根部寄生胞囊线虫数量前,先对病圃 SCN 生理小种进行鉴定,鉴定方法采用 Golden 等确定的 4 个鉴别寄主,Riggs 等^[15]的鉴定模式。

1.3.2 田间鉴定试验 2020 年田间鉴定试验采取每品种单行种植顺序排列,3 次重复,行长 2 m,行距 0.65 m,株距 8 cm,3 次重复呈“Z”型播种鉴别寄主 7 次。出苗后 25 d 监测感病品种根部 SCN 的发育情况,当 SCN 白色雌虫完全突出表皮时,每品种选取 5 株长势良好的大豆植株,挖根记录大豆植株根部寄生胞囊线虫数量,统计、分析雌虫指数(Female Index,FI)及抗性级别。

雌虫指数(FI) = 单株平均寄生胞囊数目 / Lee 68 单株平均寄生胞囊数目 × 100

1.3.3 盆栽鉴定试验 2021 年温室盆栽鉴定采用随机区组设计,将高温灭菌的土壤和沙子按 1:1 比例混匀后装入塑料培养钵(8 cm×12 cm),每品种种植 9 钵,每 3 钵为 1 次重复,每钵播种 2 粒种子,待大豆植株真叶展开间苗至 1 株,将含 1 000 条 SCN3

二龄幼虫的线虫悬浮液(1 mL)接种在植株根两侧,接种 21 d 后将大豆根轻柔洗净调查根部雌虫数量。

抗性级别按 Schmitt 和 Shannon 1992 年^[16]提出的鉴定大豆抗病性标准进行分级。

2 结果与分析

2.1 病圃土壤胞囊量测定

经鉴定安达育种基地取样点 2020 年胞囊数量变化范围在每 100 g 风干土 42~52 个(表 2),取样点土壤胞囊量测定变化范围差异不大,可进行种质资源抗性鉴定初筛。

表 2 安达育种基地病圃土壤胞囊量测定

地点	每 100 g 风干土胞囊量/个						
	1	2	3	4	5	6	7
基地病圃	46	52	49	44	48	51	42

2.2 病圃生理小种鉴定

经鉴定,试验病圃线虫群体优势小种为 3 号生理小种(表 3)。

表 3 生理小种鉴定

寄主	Lee 68	Picket	Peking	PI88788	PI90763
胞囊数目	113.6	6.92	4.38	4.16	5.93
雌虫指数	—	6.09	3.86	3.66	5.22
抗性级别	—	R	R	R	R

2.3 种质资源抗性田间鉴定

620份抗病鉴定材料中,对SCN3号生理小种表现中抗以上品种(系)有30份(表4),占鉴定材料总数的4.84%,其中抗病材料16份,中抗材料14份,其他590份鉴定材料表现为中感或高感,占鉴定材料总数的95.16%。其中种质资源

中品03-5373、MN1701CN、农庆豆28、安04-1684、丰豆1号、白衣9号等16份材料表现为抗,丰豆3号、Bell、PI593259、抗线虫11、黑河52、沈农18和白衣10号等14份材料抗性级别为中抗,为进一步验证抗病材料抗性级别,对其进行室内盆栽接种鉴定。

表4 2020年种质资源抗SCN3田间表型鉴定结果

品种	胞囊数目	雌虫指数	抗性级别	品种	胞囊数目	雌虫指数	抗性级别
中品03-5373	1.21	1.07	R	丰豆3号	28.07	24.65	MR
中品03-5297	4.98	4.38	R	黑河52	34.11	29.93	MR
MN0902CN	4.54	3.99	R	沈农18	27.74	24.41	MR
MN1011CN	4.26	3.76	R	Bell	15.66	13.85	MR
MN1701CN	2.40	2.11	R	CM158	29.67	26.17	MR
PI540556	0.54	0.47	R	抗线虫11	16.27	14.32	MR
PI574532	3.74	3.29	R	白衣10号	30.13	26.53	MR
农庆豆24	5.06	4.46	R	Haroson	20.80	18.31	MR
抗线虫12	4.21	3.98	R	Kunit2	24.83	21.83	MR
农庆豆28	7.96	7.01	R	PI593259	27.34	24.06	MR
齐农5号	8.96	7.87	R	PI633608	29.46	25.94	MR
安02-318	2.35	2.07	R	CANATTO	23.16	20.77	MR
白衣9号	11.25	9.90	R	辽豆22	32.27	28.40	MR
丰豆1号	5.43	4.78	R	PI518672	33.46	29.46	MR
嫩丰15	9.11	8.01	R	Lee 68(CK)	113.60		
安04-1684	2.68	2.36	R				

注:R($0 < FI \leq 10.0$)抗病;MR($10.0 < FI \leq 30.0$)中抗;MS($30.0 < FI \leq 60.0$)中感;SCFI(> 60.0)感病。

2.4 抗病品种室内接种鉴定

由表5可知,对田间病圃鉴定表现为中抗级别以上的30份种质资源进行室内盆栽接种鉴定,除白衣9号、嫩丰15抗性级别由抗变为中抗外,其余品种(系)抗性鉴定结果与田间结果一致。

而PI540556、安04-1684、MN1011CN、安02-318、中品03-5373、抗线虫12等14个品种(系)大豆植株根部线虫侵染数量较少,对大豆胞囊线虫3号生理小种具有较强抗性。

表5 初筛抗病品种室内接种鉴定结果

品种	胞囊数目	雌虫指数	抗性级别	品种	胞囊数目	雌虫指数	抗性级别
中品03-5373	3.54	2.62	R	丰豆3号	22.64	16.74	MR
中品03-5297	6.22	4.60	R	黑河52	41.22	29.75	MR
MN0902CN	5.48	4.05	R	沈农18	28.29	20.92	MR
MN1011CN	2.68	1.98	R	Bell	17.24	12.75	MR
MN1701CN	5.89	4.36	R	CM158	20.14	14.90	MR
PI540556	1.36	1.01	R	抗线虫11	14.17	10.48	MR
PI574532	6.89	5.10	R	白衣10号	22.18	16.40	MR
农庆豆24	8.47	6.26	R	Haroson	33.15	24.52	MR
抗线虫12	4.55	3.37	R	Kunit2	19.48	14.41	MR
农庆豆28	9.17	6.78	R	PI593259	32.57	24.09	MR
齐农5号	12.36	9.14	R	PI633608	21.36	15.80	MR
安02-318	3.11	2.30	R	CANATTO	27.54	20.37	MR
白衣9号	15.34	11.35	MR	辽豆22	38.24	28.28	MR
丰豆1号	7.88	5.83	R	PI518672	33.46	24.74	MR
嫩丰15	15.41	11.40	MR	Lee 68(CK)	135.21		
安04-1684	2.13	2.87	R				

3 讨论

为了有效利用大豆抗 SCN 种质,本试验在 2020 年对东北地区 620 份大豆品种(系)进行田间病圃抗性鉴定试验,田间病圃为抗感品种轮作种植,目的是种植感病品种繁殖土壤内优势种群 SCN3 号生理小种胞囊数量,同时避免病圃内 SCN3 号优势生理小种因连作抗病品种导致毒性升级及新生理小种出现^[17-19]。同时基地病圃田间土壤胞囊量存在差异,但差异不大,因此采用 3 次重复鉴定试验,来尽可能消除不同播种位置土壤胞囊量的差异,对于初步筛选大量种质资源抗性效果明显且有效。然而大豆胞囊线虫是一种寄生于大豆根部的内寄生线虫,其发生和发病受土壤温度、虫卵浓度和土壤含水量等环境条件影响很大,常常导致鉴定结果不稳定^[20-21]。因此 2021 年对田间抗性鉴定为中抗以上的大豆品种进行室内盆栽接种鉴定,消除环境条件及土壤胞囊量差异,观察田间病圃与室内接种鉴定结果是否一致,及检验田间圃场鉴定的有效性。

经田间病圃鉴定结果显示,30 份对 SCN3 号生理小种表现中抗以上材料中,大豆植株根部胞囊线虫侵染数量在 0.54~34.11 个之间,侵染数量较少的品系为 PI540556(0.54 个)、中品 03-5373(1.21 个)、安 02-318(2.35 个)、安 04-1684(2.68 个),这些品系可用为抗 SCN3 号生理小种亲本,创新抗病新种质;抗线虫 12(4.21 个)、农庆豆 24(5.06 个)、丰豆 1 号(5.43 个)等侵染数量较少品种可在胞囊线虫重病区应用;齐农 5 号(8.96 个)、农庆豆 28(7.96 个)、抗线虫 11(16.27 个)、白农 9 号(11.25 个)等品种可在胞囊线虫轻病区应用。室内盆栽接种鉴定除白农 9 号、嫩丰 15 外,其余品种(系)抗性鉴定结果与田间病圃结果基本一致,因此也证明了田间抗病鉴定结果的有效性,而白农 9 号和嫩丰 15 田间与室内鉴定结果出现差异,主要因为这两个品种在田间鉴定中的雌虫指数分别为 9.90 和 8.01,非常接近中抗水平,因此在盆栽鉴定中出现雌虫指数上升至 11.35 和 11.40,表现为中抗水平。

而在生产中可直接应用的品种抗线虫 11、农庆豆 24、丰豆 3 号、白农 9 号、白农 10 号等抗病基因来源都是中国小黑豆材料(Peking)以及由小黑豆杂交获得的近等基因系,由此可见抗线虫品种的遗传基础非常狭窄^[22],通过田间病圃及室

内盆栽接种鉴定筛选获得更多的抗源材料,对抗源材料在分子水平上进行抗性基因溯源,研究其抗性机制,拓宽抗性基因遗传基础,进而培育优质的抗线虫大豆品种。

4 结论

经田间病圃及室内接种鉴定,620 份种质资源中表现为中抗 SCN 3 号生理小种的材料有 30 份,占鉴定种质总数的 4.84%,其中农庆豆 24、农庆豆 28、齐农 5 号、白农 9 号等 13 个中抗以上审定品种可在胞囊线虫病发区直接应用,而 MN0902CN, MN1701CN、中品 03-5373、中品 03-5297 等 9 份抗性材料可作为种质资源创新抗病亲本,而其他 8 份中抗以上种质可作为拓宽抗性基因遗传基础的复合杂交亲本应用。

参考文献:

- [1] WRATHER J A, KOENNING S R. Estimates of disease effects on soybean yields in the United States 2003 to 2005 [J]. *Journal of Nematology*, 2006, 38: 173-180.
- [2] 练云,李海朝,李金英,等.大豆胞囊线虫抗性位点 Rhg1 和 Rhg4 优异等位变异在黄淮育成品种中的分布[J]. *中国农业科学*, 2019, 52(15): 2559-2567.
- [3] KOENNING S R, WRATHER J A. Suppression of soybean yield potential in the continental United States from plant diseases from 2006 to 2009[J]. *Plant Health Progress*, 2010, 11(1): 5.
- [4] 林汉明,常汝镇,邵桂花,等.中国大豆耐逆研究[M].北京:中国农业出版社,2009:136-37.
- [5] 董丽民,许艳丽,李春杰,等.黑龙江省大豆胞囊线虫胞囊密度和生理小种鉴定[J]. *中国油料作物学报*, 2008(1): 108-111.
- [6] 李沐慧,王媛媛,陈井生,等.2015 年东北地区大豆田病害种类与危害程度调查研究[J]. *大豆科学*, 2016, 35(4): 643-648.
- [7] 练云,卢为国.大豆抗 SCN 机制及抗病相关基因研究进展[J]. *中国油料作物学报*, 2013, 35(6): 727-732.
- [8] 马书君,张玉华,薛庆喜,等.中国大豆种质资源对大豆胞囊线虫 3 号生理小种抗性鉴定研究[J]. *大豆科学*, 1996, 15(2): 97-102.
- [9] 于佰双,王家军.不同生态区大豆新品系对大豆胞囊线虫 3 号生理小种的抗性鉴定[J]. *莱阳农学院学报*, 2004, 21(2): 115-117.
- [10] 徐文平,申宏波,苗兴芬,等.大豆胞囊线虫抗病种质鉴定[J]. *大豆科学*, 2007, 26(3): 377-380.
- [11] 李泽宇,李肖白,于吉东,等.大豆品种(系)抗大豆胞囊线虫 14 号生理小种的抗性鉴定研究[J]. *大豆科学*, 2014, 33(3): 408-410.
- [12] SHANNON J G, ARELLI P R, YOUNG L D. Breeding soybeans for resistance and tolerance to soybean cyst nematode[M]//SCHMITT D P, WRATHER J A. *Biology*

- and Management of Soybean Cyst Nematode. MO-USA: Schmitt & Associates, Marceline 2004; 157-183.
- [13] 刁琢,许艳丽. 中国大豆胞囊线虫抗源筛选及抗病育种研究进展[J]. 大豆科技, 2008(5):14-16.
- [14] GOLDEN A M, EPPS J M, RIGGS R D, et al. Terminology and identity of infraspecific forms of the soybean cyst nematode(*Heterodera glycines*)[J]. Plant Disease Reporter, 1970, 54(7):544-546.
- [15] SCNMITT D P, SHANNON J C. Differentiating responses to *Heterodera glycines* race[J]. Crop Science, 1992, 32: 275-277.
- [16] RIGGS R D, SCHMITT D P. Complete characterization of the racescheme for *Heterodera glycines* [J]. Journal of Nematology, 1988, 20(3):392-395.
- [17] MITCHUM M G. Soybean resistance to the soybean cyst nematode *Heterodera glycines*: an update[J]. Phytopathology, 2016, 106(12):1444-1450.
- [18] 练云,王金社,李海朝,等. 黄淮大豆主产区大豆胞囊线虫生理小种分布调查[J]. 作物学报, 2016, 42(10): 1479-1486.
- [19] LIAN Y, GUO J Q, LI H C, et al. A new race (X12) of soybean cyst nematode in China[J]. Journal of Nematology, 2017, 49(3):321-326.
- [20] ZHENG J W, LI Y H, CHEN S Y. Characterization of the virulence phenotypes of *Heterodera glycines* in Minnesota [J]. Journal of Nematology, 2006, 38(3):383-390.
- [21] 练云,魏荷,王金社,等. 影响大豆胞囊线虫生理小种鉴定因素探讨[J]. 分子植物育种, 2015, 13(6):1259-1264.
- [22] 周长军. 大豆胞囊线虫病的抗性机制研究[J]. 黑龙江农业科学, 2014(2):139-141.

Evaluation of SCN3 Resistance Phenotype of Soybean Germplasm Resources in Northeast China

ZHOU Changjun¹, WU Yaokun¹, YU Jidong¹, LIU Bing¹, LI Jianying¹, MA Lan¹, CHEN Gang²

(1. Daqing Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences / Daqing Experiment Station of National Soybean Industrial Technology System, Daqing 163316, China; 2. Daqing Agricultural and Rural Social Affairs Service Center, Daqing 163311, China)

Abstract: In order to clarify the resistance of germplasm resources in Northeast China to Soybean Cyst Nematode Race 3, 620 soybean varieties (lines) commonly used as parents in Northeast China were used as materials. Through the field disease nursery and indoor potted inoculation identification of SCN race 3 from 2020 to 2021, the results showed that there were 30 varieties (lines) with medium resistance to SCN race 3 in the field disease nursery identification in 2020, and the disease resistant germplasm accounted for only 4.84% of the total identified germplasm. In 2021, 30 medium resistant and above materials were inoculated and identified in indoor pot. Except for Bainong 9 and Nenfeng 15, the resistance level identification of other varieties (lines) was consistent with the results of field disease nursery. Among them, 13 moderately resistant varieties such as Nongqingdou 24, Nongqingdou 28, Qinong 5 and Fengdou 1 can be directly applied in the incidence area of soybean cyst nematode, while 9 disease resistant lines such as MN0902CN, MN1701CN, Zhongpin 03-5373 and Zhongpin 03-5297 can be used as innovative disease resistant parents of germplasm resources, and other 8 moderately resistant lines can be used as compound hybrid parents to broaden the genetic basis of resistance genes. The results provided an application basis for the breeding of soybean cyst nematode resistance in Northeast China.

Keywords: germplasm resources; soybean cyst nematodes race 3; resistance evaluate

欢迎订阅