

2015年东北地区大豆田病害种类与危害程度调查研究

李沐慧¹, 王媛媛¹, 陈井生², 颜秀娟³, 刘晓宇¹, 段玉玺¹, 朱晓峰¹, 陈立杰¹

(1. 沈阳农业大学 植物保护学院/北方线虫研究所 辽宁 沈阳 110866; 2. 黑龙江省农业科学院 大庆分院 黑龙江 大庆 163316; 3. 吉林省农业科学院 大豆研究中心 吉林 长春 130124)

摘要: 为明确近年来东北地区大豆田病害发生的种类和发病程度,于2015年对东北三省部分地区大豆病害进行了系统的调查和鉴定研究。结果表明:东北大豆常见有20种病害发生,危害最严重的是大豆根腐病,三省平均的病情指数为49.81,发病率98%;其次是大豆胞囊线虫病,平均病情指数46.53,发病率82.67%;叶部病害以大豆霜霉病发生最为严重和普遍,平均病情指数33.01,发病率64%,其次褐纹病发病率在叶部病害中最高,达70%,但病情指数略低,为18.61。大豆细菌性角斑病有演变成主要病害的潜在风险。个别病害如大豆灰斑病在黑龙江省发生仍较为严重。少数病害仅在单独省份地区发生。本研究结果将为东北地区大豆田病害可持续治理提供理论指导。

关键词: 大豆; 东北地区; 病害鉴定; 病情指数; 发病率

中图分类号: S435.29

文献标识码: A

DOI: 10.11861/j.issn.1000-9841.2016.04.0643

Incidence and Disease Index of Soybean Diseases in the Northeast of China in 2015

LI Mu-hui¹, WANG Yuan-yuan¹, CHEN Jing-sheng², YAN Xiu-juan³, LIU Xiao-yu¹, DUAN Yu-xi¹, ZHU Xiao-feng¹, CHEN Li-jie¹

(1. Nematology Institute of Northern China/Department of Plant Protection, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110866, China; 2. Daqing Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Daqing 163316, China; 3. Soybean Research Center of Jilin Academy of Agricultural Sciences, Changchun 130124, China)

Abstract: In order to clarify the kinds and harmful degree of soybean diseases in the northeast of China, we systematically investigated and identified the pathogen, symptom, incidence and disease index of soybean diseases in the three northeastern provinces in 2015. The results indicated that there were 20 kinds of soybean diseases in the northeast of China. Among them, the most serious damage was soybean root rot, which average disease index of the three provinces was 49.81 and the average incidence rate was 98%. The second popular disease was caused by soybean cyst nematode, the average disease index was 46.53 and the incidence rate was 82.67%. Soybean downy mildew were the most severe leaf diseases, which the average disease index was 33.01 and the average incidence rate was 64%. Also soybean brown spot disease had higher incidence (70%) than other leaf diseases of soybean, but the disease index (18.61) was low. Soybean bacterial angular leaf spot disease was serious in Heilongjiang province, and potentially evolved into a major disease in soybean field in the future. Some diseases such as soybean frogeye leaf spot disease still caused damage in Heilongjiang province. The research here would provide a theoretical guide for sustainable management of soybean diseases in the Northeast of China.

Keywords: Soybean; Northeast of China; Disease identification; Disease index; Incidence

大豆 [*Glycine max* (L.) Merr.] 属一年生草本, 是我国重要的粮食和油料作物, 为人类提供了植物蛋白和油脂。我国是大豆的起源国, 种植历史悠久, 目前自然划分为5个主要种植区, 其中东北春播产区是我国大豆种植面积最大的地区, 全国40%大豆产于东北地区^[1]。在大豆的栽培过程中, 随着连作年限的增加和地力的损耗, 大豆病虫害的发生日益严重, 成为影响大豆种植产量和品质的重要限制因素。早在1957年章正^[2]对东北出口大豆的病害进行调查, 其后白金铠先生等^[3]又对我国大豆病虫害的发生种类进行了系统的鉴定, 记录了大豆病

害33种。2005年调查记载黑龙江省大豆病害有40余种^[4]。近几年大豆新病害时有发生, 2008年本实验室在安徽省阜阳市大豆产区发现一种新的大豆叶部病害—毛口壳叶斑病^[5]; 2010年报道了一种由大豆拟茎点霉种腐病菌 (*Phomopsis longicolla*) 引起的大豆茎枯病^[6]; 2012年又发现该菌可引起大豆叶斑病^[7]。

近年来随着玉米和水稻面积的扩大, 东北地区大豆种植面积逐渐减少, 其病害发生也有一定程度减轻, 病害种类可能发生了变迁, 因此, 本研究对东北地区大豆病害的发生及危害情况进行了系统的

收稿日期: 2016-01-28

基金项目: 国家现代农业产业技术体系 (CARS-04-13); 沈阳农业大学天柱山学者支持计划; 国家自然科学基金 (31571985)。

第一作者简介: 李沐慧 (1992-), 女, 硕士, 主要从事植物病理学研究。E-mail: limuhui5941@163.com。

通讯作者: 陈立杰 (1971-), 女, 教授, 博导, 主要从事植物病理学和植物线虫学研究。E-mail: chenlijie0210@163.com;

朱晓峰 (1979-), 男, 博士, 讲师, 硕导, 主要从事植物病理学和植物线虫学研究。E-mail: syxf2000@163.com。

调查和鉴定,旨在为农业生产的可持续发展和大豆病害的可持续治理提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 调查采样方法

采取随机抽样调查法于 2015 年全生长季对东北三省的大豆田进行抽样调查。调查地点分别为辽宁省沈阳市、沈阳市康平县、本溪市、丹东市、庄河市、鞍山市、阜新市、锦州市;吉林省公主岭市、洮南市、白山市通榆县;黑龙江省哈尔滨市、大庆市、齐齐哈尔市、黑河市,共计 3 省/13 市,15 个县/区。

对每个地块随机进行 5 点取样,每点 10 株,共调查 50 株。分别在苗期、生长盛期和收获期,对大豆苗期病害、叶部病害和茎荚种子部位病害进行系统调查。详细记录病害发生的种类、严重程度,并记录病症病状,同时采集病害典型症状的标样带回实验室,以便于进行准确的病害种类鉴定。病情指数及病株率计算公式如下:

病情指数 = $[\sum (\text{各级病株或病叶数} \times \text{发病级值}) / \text{调查总样本数} \times \text{最高级值}] \times 100$

病株率(%) = $\text{发病株数} / \text{调查总株数} \times 100$

1.2 大豆病害种类鉴定

将具有典型病害症状的大豆病害标本装入自封袋带回实验室,对其中有明显病原菌的标本直接制成切片,显微镜下观察鉴定;病害症状特点不明显的标本,利用 PDA 等培养基对病变组织进行分离纯化以获得纯培养菌株。病害病原鉴定根据病原物孢子、孢子梗等特征并查阅相关文献和书籍^[3 8-10]进行形态学鉴定。

1.3 数据分析

采用 Excel 2003 进行病情指数及发病率的统计与分析。

2 结果与分析

2.1 东北地区大豆病害种类及发病特征

在调查的过程中,共记录到东北地区大豆主要病害 20 种(表 1)。其中在苗期对大豆危害严重的真菌病害是大豆根腐病,该病害影响大豆的生长发育,并经常与一些地下害虫造成复合侵染,严重损伤大豆的根部和茎基部,造成植株整株萎蔫死亡。其次危害严重的是大豆胞囊线虫病,该病在连作地区发生严重,发生面积大,且初期发病症状与生理性病害症状相似而不易被诊断和发现。

大豆生长盛期对大豆危害较严重的真菌性病害是大豆霜霉病,其次是大豆褐斑病,大豆褐纹病和大豆灰斑病。多种叶部病害一般容易发生混合侵染,病害发生严重时造成大豆叶片大量干枯脱落、植株发育不良,影响大豆的产量和品质。

危害较为严重的细菌性病害是大豆细菌性角斑病。在调查中发现,黑龙江省齐齐哈尔市的调查地点大豆细菌性角斑病的发病程度最严重,在田间形成整片危害,在植株叶片上产生大面积连片病斑,严重时造成叶片枯死脱落。

危害较为严重的病毒性病害是大豆花叶病毒病,病毒可以由大豆种子携带,高带毒率种子是田间的初侵染源,同时大豆病毒主要由大豆蚜作为介体进行传播,在田间造成大面积流行。

大豆收获期发病较严重的真菌性病害为大豆拟茎点霉茎枯病和大豆炭疽病,不仅对大豆的茎秆造成危害,还可侵染豆荚和豆粒,影响大豆品质。其中大豆拟茎点霉茎枯病在辽宁省危害严重,大豆炭疽病在吉林省发生严重。此类病害在大豆茎秆上形成大面积病斑,严重时会造成整株从下至上褐变褪绿,结荚率明显下降,甚至植株死亡至绝收。

表 1 东北地区大豆主要病害种类鉴定及其危害特点

Table 1 Identification and symptom description of soybean diseases in the Northeast of China

病害 Disease	病原物 Pathogen	危害部位 Infected parts	发病程度 Damage level	危害特点 Symptom description
大豆根腐病 Soybean root rot	镰刀菌属 <i>Fusarium</i> sp.	根部 Roots	严重 Serious	主要危害大豆主根,初期为褐色至黑褐色小斑点,严重时整个主根变为红褐色或黑褐色,皮层腐烂或溃疡状,病部变细有的呈凹陷状。
大豆胞囊线虫病 Soybean cyst nematode	大豆胞囊线虫 <i>Heterodera glycines</i> Ichinohe	根部 Roots	严重 Serious	植株矮小叶子发黄,结荚率低且小,地下根系不发达,侧根少须根多,根上着生许多白色至黄白色的胞囊。
大豆霜霉病 Soybean downy mildew	东北霜霉菌 <i>Peronospora manshurica</i> (Naoun.) Sydow	叶片、豆粒 Leaves, beans	严重 Serious	叶片上形成圆形或不规则形病斑,病斑呈黄绿色且边缘不清晰,后期变为褐色,叶片背面密生灰白色霉层。病斑常汇合成大斑导致叶片干枯死亡。

续表 1

病害 Disease	病原物 Pathogen	危害部位 Infected parts	发病程度 Damage level	危害特点 Symptom description
大豆褐纹病 Soybean brown spot	大豆壳针孢 <i>Septoria glycines</i> Hemmi	叶片 Leaves	严重 Serious	病斑为多角形,红褐色有时具有轮纹和散生的小黑点,严重时汇合成大块病斑,叶片变黄脱落。
大豆褐斑病 Soybean leaf spot	大豆球腔菌 <i>Mycosphaerella sojae</i> Hori	叶片 Leaves	严重 Serious	初期叶片上病斑不规则,淡褐色至灰白色,其后扩展为边缘深褐色中央淡褐色,与健部分界明显,上生小黑点。
大豆细菌性角斑病 Soybean bacterial spot	丁香假单胞菌 <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>glycinea</i> var. <i>japonica</i>	叶片 Leaves	普遍发生 Widespread occurrence	叶片上初生圆形或多角形的绿色斑点,之后逐渐扩大并渐变为深褐色至黑褐色斑点,病斑具有一条狭窄的褪绿色晕圈,严重时叶片枯死脱落。
大豆灰斑病 Soybean frogeye leaf spot	大豆尾孢菌 <i>Cercospora sojae</i> Hara	叶片 Leaves	普遍发生 Widespread occurrence	病斑呈圆形、椭圆形或不规则形,中央为灰色、边缘为红褐色,叶片背面生灰色霉层。
大豆茎枯病 Soybean stem rot	茎点霉属 <i>Phoma glycines</i>	叶片、茎部 Leaves, stems	普遍发生 Widespread occurrence	茎上初生长椭圆形病斑,灰褐色,后扩大为一条长条黑色病斑,由茎下部发展至茎上部。
大豆花叶病毒病 Soybean mosaic	大豆花叶病毒 Soybean Mosaic Virus(SMV)	整株 Whole plant	普遍发生 Widespread occurrence	单叶扭曲,复叶斑驳,花叶或小叶畸形;田间病株常表现皱缩花叶、斑驳花叶、黄斑脉坏死或幼叶黄化等。
大豆拟茎点霉茎枯病 Soybean <i>Phomopsis</i> stem blight	大豆拟茎点霉种腐病菌 <i>Phomopsis sojae</i>	茎部 Stems	普遍发生 Widespread occurrence	下部茎秆叶、分枝与茎连接处产生的病斑颜色较淡,病斑沿茎扩展、失水褪绿,导致植株上部枯死,叶片不脱落。
大豆炭疽病 Soybean anthracnose	炭疽菌属 <i>Colletotrichum</i> sp.	整株 Whole plant	普遍发生 Widespread occurrence	茎上病斑椭圆形至不规则形,呈灰褐色,其上包围大量小黑点;莢上病斑近圆形,红褐色呈溃疡状,上生小黑点。
大豆黑斑病 Soybean <i>Alternaria</i> leaf spot	链格孢 <i>Alternaria alternata</i>	整株 Whole plant	较轻 Mild	病斑圆形至椭圆形,褐色且具有同心轮纹,上生黑色霉层,常扩大或者数个病斑汇合在一起。
大豆灰星病 Soybean <i>Phyllosticta</i> leaf spot	豆类叶点霉 <i>Phyllosticta sojaecola</i> Massal.	叶片 Leaves	较轻 Mild	病斑圆形至不规则形,淡褐色,具有极细褐色边缘,中央为灰白色,有时穿孔,上生小黑点。
大豆猝倒病 Soybean Damping off	德巴利腐霉 <i>Pythium debaryanum</i>	根部 Roots	较轻 Mild	茎基部呈水渍状,细缩变软,呈黑褐色,迅速折倒死亡。
大豆菌核病 Soybean <i>Sclerotinia</i> stem rot	核盘菌 <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	茎部 Stems	较轻 Mild	上部叶片枯死,茎部生褐色病斑,上生白色棉絮状菌丝体和颗粒状物,之后变为黑色菌核。
大豆细菌性斑点病 Soybean bacterial blight	丁香假单胞菌 <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>glycinea</i>	叶片 Leaves	较轻 Mild	病斑初为褪绿色小斑点,严重时扩大为红褐色至黑褐色且边缘不明显的病斑,边缘有黄色晕圈,病斑背面常有白色菌脓溢出。
大豆轮纹病 Soybean <i>Ascochyta</i> leaf spot	大豆壳二孢 <i>Ascochyta glycines</i>	叶片 Leaves	较轻 Mild	初期为褐色小点,扩大后呈圆形,中央变为灰褐色,微具同心轮纹,上生小黑点。

续表 1

病害 Disease	病原物 Pathogen	危害部位 Infected parts	发病程度 Damage level	危害特点 Symptom description
大豆立枯病 Soybean <i>Rhizoctonia</i> root rot	立枯丝核菌 <i>Rhizoctonia</i> <i>solani</i>	根部 Roots	较轻 Mild	被害幼苗主根和茎基部变为红褐色,皮层呈溃疡状,危害严重时茎基部变细变褐,折倒枯死。
大豆荚枯病 Soybean pod rot	豆荚大茎点菌 <i>Macrophoma</i> <i>mame</i>	荚部 Pods	较轻 Mild	豆荚上病斑暗褐色,后期变为苍白色上生小黑点,结荚率降低,豆粒变小。
大豆紫斑病 Soybean purple blotch	菊池尾孢菌 <i>Cercospora</i> <i>kikuchii</i>	豆粒、豆荚 Beans, pods	较轻 Mild	豆粒上多呈紫红色,在种脐周围形成放射状淡紫色病斑,严重时大部分种皮都变为紫色。

发病程度分级标准为严重发生表示植株发病率 60% 以上、普遍发生表示植株发病率 36% ~ 59%、发病较轻表示植株发病率 35% 以下。

The damage level classification standard for the serious occurrence meant the plant incidence rate were more than 60%, the widespread occurrence meant the plant incidence rate were 36% ~ 59%, the mild occurrence meant the plant incidence rate were less than 35%.

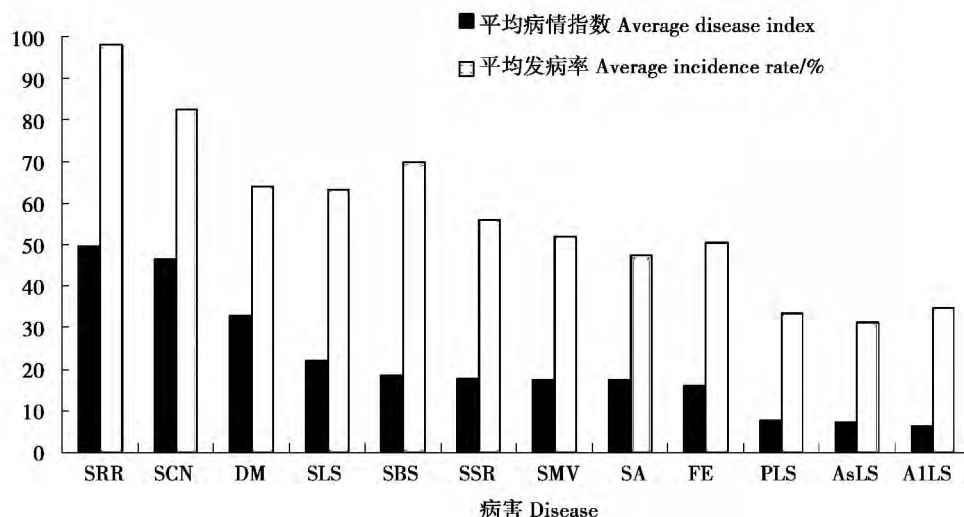
2.2 东北三省大豆病害的发生严重度分析

东北三省大豆病害发生的主要种类在构成上基本相同,图 1 所列是三省均有发生的大豆病害的平均病情指数及发病率。其中发生和危害最严重的是根腐病,平均病情指数达 49.81,发病率达 98%,对幼苗的生长和后期大豆的产量影响巨大。其次是大豆胞囊线虫病,三省平均病情指数为 46.52,发病率达 82.67%,也是世界上威胁大豆生产的主要病害之一。

危害最严重的叶部病害是大豆霜霉病,该病害受低温和湿度影响比较大,三省平均病情指数为

33,平均发病率为 64%。发病率最高的是大豆褐纹病,平均发病率为 70%,但是病情指数(18.61)低于霜霉病。病情指数在 20 以上的病害还有大豆褐斑病,其平均发病率为 63.33%。

大豆花叶病毒病、炭疽病、茎枯病和灰斑病 4 种大豆病害的三省平均病情指数比较一致,都在 17 左右,均对大豆的生长和产量造成一定影响。大豆灰星病、轮纹病和黑斑病在三省发生的平均病情指数比较低,均在 10 以下,发病率也相对较低,在 30% ~ 35%。



SRR: 大豆根腐病; SCN: 大豆胞囊线虫病; DM: 大豆霜霉病; SLS: 大豆褐斑病; SBS: 大豆褐纹病; SSR: 大豆茎枯病; SMV: 大豆花叶病毒病; SA: 大豆炭疽病; FE: 大豆灰斑病; PLS: 大豆灰星病; AsLS: 大豆轮纹病; AILS: 大豆黑斑病。

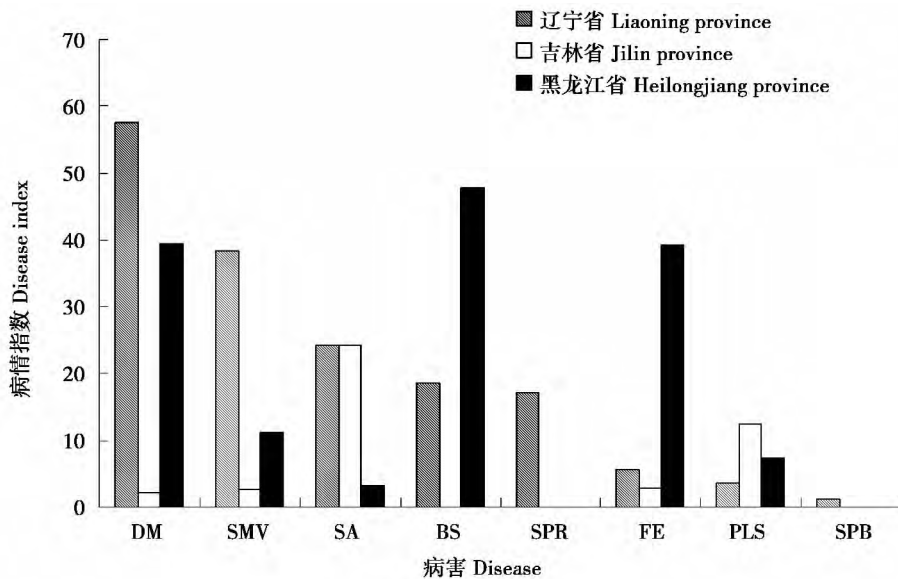
SRR: Soybean root rot; SCN: Soybean cyst nematode; DM: Soybean downy mildew; SLS: Soybean leaf spot; SBS: Soybean brown spot; SSR: Soybean stem rot; SMV: Soybean mosaic virus; SA: Soybean anthracnose; FE: Soybean frog-eye leaf spot; PLS: Soybean Phyllosticta leaf spot; AsLS: Soybean Ascochyta leaf spot; AILS: Soybean Alternaria leaf spot.

图 1 东北三省普遍发生的大豆病害平均病情指数与发病率

Fig. 1 The average disease index and incidence of major soybean diseases in the Northeast of China

但有一些病害的发生情况和危害程度在各省份之间仍有一定差异(图2)。如大豆细菌性角斑病在黑龙江省严重发生,病情指数为 47.82,在辽宁省发生较轻,病情指数为 18.58,但在吉林省未发现;

大豆荚枯病在辽宁省发生比较严重,病情指数为 17.14,在其他两省的调查中并未发现;大豆紫斑病仅在辽宁省调查中发现,发病程度也很轻,病情指数为 1.33。



DM: 大豆霜霉病; SMV: 大豆花叶病毒病; SA: 大豆炭疽病; BS: 大豆细菌性角斑病; SPR: 大豆荚枯病; FE: 大豆灰斑病; PLS: 大豆灰星病; SPB: 大豆紫斑病。

DM: Soybean downy mildew; SMV: Soybean mosaic virus; SA: Soybean anthracnose; BS: Soybean bacterial spot; SPR: Soybean pod rot; FE: Soybean frogeye leaf spot; PLS: Soybean Phyllosticta leaf spot; SPB: Soybean purple blotch.

图2 东北三省部分大豆病害病情指数

Fig. 2 Disease index of part soybean diseases in the Northeast of China

在辽宁省,大豆霜霉病和大豆花叶病毒病的病情指数比其它两省高,分别为 57.47 和 38.27。在调查中发现辽宁部分地区在大豆种植上植株过于密集,且田间湿度较大,可能是造成辽宁霜霉病发生较为严重的一个主要原因。同时在调查中还发现,辽宁地区大豆蚜发生较为严重,作为大豆花叶病毒病的主要传播媒介,大豆蚜危害严重度增加也会增加大豆花叶病毒病的发生程度。

吉林省由于取样地点比较少,因此,代表性不强,但是相对其他两省而言发病严重的大豆病害主要是大豆炭疽病和灰星病,病指指数分别为 24.3 和 12.53。

在黑龙江地区大豆病害调查中,个别病害的病情指数远高于其他两个省份,如大豆细菌性角斑病和灰斑病,其病情指数分别为 47.82 和 39.2。本次研究发现大豆细菌性角斑病发生正在逐年加重,尤其在齐齐哈尔市大豆田调查几乎全田发病,威胁较大。大豆灰斑病的发生程度与田间初始病原量的多少关系密切,黑龙江省是我国大豆的主产区,在种植大豆时多为连茬种植,连作年限增加使田间的初始菌原量也随之增加,从而大大增加了病害的发

病程度。相比较而言,辽宁省和吉林省的调查地块中,大豆的种植特点多为轮作或间作,初始病原量较少、发病程度也随之减轻。

3 结论与讨论

通过系统的调查研究发现,东北三省的大豆病害发生和危害程度仍然十分严重,并持续制约着大豆的产量和品质的提升;而且大豆病害在各地的发生程度由种植制度、种植品种和种植环境的不同也显示出一定差异。与过去的大豆病害研究结果相比,大豆根腐病、大豆胞囊线虫病和大豆灰斑病发生仍然严重^[4,11-13]。大豆根腐病可由多种病原物复合侵染产生病害,目前国内外报道的大豆根腐病致病镰刀菌至少有 19 种,其中较为常见的为尖孢镰孢菌(*Fusarium oxysporum*)、茄腐镰孢菌(*F. solani*)、木贼镰孢菌(*F. equiseti*)、厚垣镰孢菌(*F. chlamydosporum*)、禾谷镰孢菌(*F. graminearum*)、燕麦镰孢菌(*F. avenaceum*)和锐顶镰孢菌(*F. acuminatum*)等^[14-16]。但在近 20 年间,美国等一些大豆生产国持续爆发大豆猝死综合症(SDS),这是由 4 种镰刀菌引起的一种土传性病害^[17],虽然该病害

在我国并无报道,但是在生产中由镰刀菌引起的幼苗根腐病却是我国大豆生产中的重要病害之一,虽然不如大豆胞囊线虫那样造成重大的产量损失,但是也应该引起重视。

大豆胞囊线虫病一直是美国等大豆主产国的首要病害,在我国大豆生产中也危害严重,由于东北地区土壤类型比较复杂,有黑土、棕壤土、白浆土和盐碱土等多种土壤类型,种植大豆的地块一般土质多为沙性土或贫瘠土地,土壤较干旱及大豆连作都使得大豆胞囊线虫病的发生危害居高不下,严重危害时可减产 30% 以上,甚至整块田地绝收^[18-19],因此要注重大豆的轮作、抗线虫品种、低毒杀线剂和生物种衣剂的利用。

大豆灰斑病作为一种世界性病害,对大豆产量和品质影响较大,从 20 世纪 60 年代到 2010 年,大豆灰斑病在黑龙江省已造成 4 次流行^[20],发病严重的年份可减产 30% ~ 50%,虽然在近两年的调查中大豆灰斑病并未造成大面积流行,但其发病率和病情指数仍然很高,需要持续地监测,加强控制和有效防治。

除了上述发生严重的病害外,一些潜在的危险性病害也有上升趋势。大豆细菌性角斑病在辽宁省和黑龙江省大豆病害调查中发生都比较严重,其中在黑龙江省齐齐哈尔市大豆田中发病尤为严重,其田间发病率可达 100%,在叶片和茎秆上形成大面积病斑,并且造成严重的叶片脱落现象。该病正在由次要病害逐渐上升演变为大豆的主要病害之一。

东北地区大豆连作现象仍旧十分严重,部分地区花生与大豆轮作的栽培模式也较为常见。大豆连作导致土壤微生物失衡和病原菌的大量积累^[21],同时由于一些病害在病原物种类上相似,大豆与花生轮作的模式也会使得一些病害如根腐病在田间反复侵染,削弱了作物轮作倒茬的正向作用。因此应该提倡大豆与玉米、小麦等禾本科作物的轮作方式^[22],这样既有利于大豆产量的提高,也会减轻土壤中和田间病原菌的积累,防止流行性病害的发生。

参考文献

- [1] 付占成. 浅析大豆种植技术现状与方法[J]. 农业与技术, 2014(9): 87. (Fu Z C. The status and methods of soybean planting technology[J]. Agriculture and Technology 2014(9): 87.)
- [2] 章正. 东北出口大豆病害调查的初步报告[J]. 植保知识, 1957, 1(2): 37-41. (Zhang Z. A preliminary report of the investigation of the disease of soybean in the Northeast of China[J]. Plant Disease Knowledge 1957, 1(2): 37-41.)
- [3] 陈庆恩, 白金铠, 史耀波. 中国大豆病虫图志[M]. 吉林: 吉林科学技术出版社, 1987: 7. (Chen Q N, Bai J K, Shi Y B. An illustrated handbook of soybean diseases and insect pests in China [M]. Jilin Science and Technology Press 1987: 7.)
- [4] 马淑梅, 丁俊杰, 顾鑫, 等. 黑龙江省大豆主要病害发生危害调查[J]. 黑龙江农业科学 2005(6): 48-52. (Ma S M, Ding J J, Gu X, et al. Survey on the occurrence and damage in main disease of soybean in Heilongjiang province[J]. Heilongjiang Agricultural Sciences 2005(6): 48-52.)
- [5] Zhu X F, Pan Y, Chen L J, et al. First report of leaf spot of soybean caused by *Aristostoma guttuliforme* in China [J]. Plant Disease 2012, 96(11): 1694.
- [6] 崔友林, 段灿星, 丁俊杰, 等. 一种新发生的大豆茎枯病病原菌鉴定[J]. 中国油料作物学报 2010, 32(1): 99-103. (Cui Y L, Duan C X, Ding J J, et al. Pathogen identification of a newly occurred soybean stem blight in China[J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences 2010, 32(1): 99-103.)
- [7] Xue C S, Lu Y Y, Xiao S Q, et al. First report of *Phomopsis longicolla* causing leaf spot on soybean in China [J]. Plant Disease 2015, 99(2): 290.
- [8] 陆家云. 植物病害诊断[M]. 北京: 中国农业出版社, 1997. (Lu J Y. Plant disease diagnoses[M]. Beijing: China Agriculture Press 1997.)
- [9] 辛惠普. 大豆病虫害防治彩色图谱[M]. 北京: 中国农业出版社 2003. (Xin H P. Color atlas of soybean pest control[M]. Beijing: China Agriculture Press 2003.)
- [10] 陆家云. 植物病原真菌学[M]. 北京: 中国农业出版社 2001: 399. (Lu J Y. Plant pathogenic mycology[M]. Beijing: China Agriculture Press 2001: 399.)
- [11] 丁俊杰. 黑龙江省大豆主要病害研究进展[J]. 中国农学通报 2003(1): 75-80. (Ding J J. Progress of main soybean disease research in Heilongjiang province[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin 2003(1): 75-80.)
- [12] 宋淑云, 晋齐鸣, 孙秀华, 等. 吉林省大豆主要病害为害现状及采取的相应对策[J]. 吉林农业大学学报 2002(2): 119-121. (Song S Y, Jin Q M, Sun X H, et al. Present situations on main soybean diseases and appropriate counter measures in Jilin province[J]. Journal of Jilin Agricultural University 2002(2): 119-121.)
- [13] 涂勇, 姚昕. 西昌地区菜用大豆开花结荚期主要真菌病害种类调查[J]. 西昌学院学报(自然科学版) 2012(3): 13-15. (Tu Y, Yao X. Vegetable soybean flowering podding stage major fungal diseases investigation in Xichang[J]. Journal of Xichang College (Natural Science Edition) 2012(3): 13-15.)
- [14] 白丽艳, 张全党, 李斌, 等. 新疆阿勒泰地区大豆镰刀菌根腐病病原鉴定及致病性测定[J]. 新疆农业科学 2009(3): 543-548. (Bai L Y, Zhang Q D, Li B, et al. Identification and pathogenicity determination of the pathogenic *Fusarium* of soybean root rot in the Altay region of Xinjiang[J]. Xinjiang Agricultural Sciences 2009(3): 543-548.)
- [15] 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(1): 91-92. (Li B Y, Ma S M. Pathogens of soybean root rot and screening of resistant sources[J]. Acta Phytolacica Sinica 2000(1): 91-92.)

(下转第 671 页)

- ically modified soybean roundup ready ingredient in foodstuffs by nested PCR and semi-nested PCR [J]. Journal of Agricultural Biotechnology, 2003, 11(5): 461-466.)
- [9] 尹全, 宋君, 刘勇. 生物技术作物食品检测技术研究进展 [J]. 江西农业学报, 2010, 22(5): 135-137. (Yin Q, Song J, Liu Y. Research progress in detection techniques for food from biotech crops [J]. Acta Agriculturae Jiangxi, 2010, 22(5): 135-137.)
- [10] 张富丽, 雷绍荣, 刘勇. 转基因作物及加工品检测技术概述 [J]. 生物技术通讯, 2009, 20(5): 733-737. (Zhang F L, Lei S R, Liu Y. Detection methods for transgenic crops and its processed goods [J]. Letters in Biotechnology, 2009, 20(5): 733-737.)
- [11] 徐景升, 余爱丽, 姚伟, 等. 利用 MPCR 技术快速检测进口大豆转基因背景 [J]. 江西农业大学学报, 2005, 27(2): 262-264, 269. (Xu J S, Yu A L, Yao W, et al. Rapid Detection of imported genetically modified soybean (*Glycine max*) with MPCR [J]. Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis, 2005, 27(2): 262-264, 269.)
- [12] 何玮玲, 张驰, 杨静, 等. 食品中 4 种肉类成分多重 PCR 的快速鉴别方法 [J]. 中国农业科学, 2012, 45(9): 1873-1880. (He W L, Zhang C, Yang J, et al. A quick multiplex PCR method for the identification of four meat ingredients in food products [J]. Scientia Agricultura Sinica, 2012, 45(9): 1873-1880.)
- [13] 范宏英, 吴清平, 吴若菁, 等. 饮用水中 5 种致病菌多重 PCR 技术检测研究 [J]. 微生物学通报, 2005, 32(3): 102-107. (Fan H Y, Wu Q P, Wu R J, et al. Study on detection of five-kinds of pathogenic bacteria in drinking water by multiplex PCR [J]. Microbiology, 2005, 32(3): 102-107.)
- [14] Chamberlain J S, Gibbs R A, Rainer J L, et al. Detection screening of the duchenne muscular dystrophy locus via multiplex DNA implication [J]. Nucleic Acids Research, 1988, 16: 1141-1156.
- [15] Fore V T, Pinto A D, Martino C, et al. A general multiplex PCR assay for the general detection of genetically modified soya and maize [J]. Food Control, 2005, 16(6): 535-539.
- [16] Germini A, Zanetti A, Salati C, et al. Development of a seven target multiplex PCR for the simultaneous detection of transgenic soybean and in feeds and foods [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2004, 52(11): 3275-3280.
- [17] GMO detection method database (GMDD) [EB/OL]. [2015-06-18]. <http://gmdd.shgmo.org/event/view/88>.
- [18] 中华人民共和国农业部. NY/T 675-2003: 转基因植物及其产品检测大豆定性 PCP 方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2003. (Ministry of Agriculture of the People's Republic China. NY/T 675-2003: Detection of genetically modified plant organisms and derived products-Qualitative PCR methods for soybeans [S]. Beijing: China standard publishing house, 2003.)
- [19] 中华人民共和国农业部. 农业部 1782 号公告-3-2012: 转基因植物及其产品成分检测调控元件 CaMV 35S 启动子、FMV 35S 启动子、NOS 启动子、NOS 终止子和 CaMV 35S 终止子定性 PCR 方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2012. (The agriculture department announcement no. 1782-3-2012. Detection of genetically modified plants and derived products-Qualitative PCR methods for the regulatory elements CaMV 35S promoter, FMV 35S promoter, NOS promoter, NOS terminator and CaMV 35S terminator [S]. Beijing: China standard publishing house, 2012.)
- [20] 中国国家标准化管理委员会. GB/T 19495.6-2004: 转基因产品检测基因芯片检测方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2004. (Standardization Administration of the People's Republic of China. GB/T 19495.6-2004: Detection of genetically modified organisms and derived products gene chip detection [S]. Beijing: China Standard Publishing House, 2004.)
- [21] 赵红庆, 苑锡铜, 黄留玉. 多重 PCR 技术在病原检测中的应用[J]. 生物技术通讯, 2007, 8(5): 863-866. (Zhao H Q, Yuan X T, Huang L Y. Application of multiplex PCR in detection of pathogens [J]. Letters in Biotechnology, 2007, 8(5): 863-866.)
- [22] Henegariu O, Heerema N A, Dlouhy S R, et al. Multiplex PCR: Critical parameters and step-by-step protocol [J]. Biotechniques, 1997, 23(3): 504-511.

(上接第 648 页)

- [16] 杨帅, 王健生, 马振川, 等. 引致大豆根腐病的层出镰孢菌分离鉴定及其特性 [J]. 植物保护学报, 2012(2): 187-188. (Yang S, Wang J S, Ma Z C, et al. Isolation and identification of *Fusarium proliferatum* causing soybean root rot and its biological characterization [J]. Acta Phytophylacica Sinica, 2012(2): 187-188.)
- [17] 秦国勋, 吴品珊, 张睿. 大豆猝死综合症病菌研究进展 [J]. 检验检疫科学, 2006(S1): 125-128. (Qin G X, Wu P S, Zhang R. The research progress of soybean sudden death syndrome [J]. Journal of Inspection and Quarantine, 2006(S1): 125-128.)
- [18] 许艳丽, 王丽芳, 战丽莉. 大豆胞囊线虫病研究进展 (续一) [J]. 大豆科技, 2010(1): 21-24. (Xu Y L, Wang L F, Zhan L L. The research progress of soybean cyst nematode disease [J]. Soybean Science & Technology, 2010(1): 21-24.)
- [19] 刘大伟, 马朝旺, 段玉玺. 辽宁省大豆胞囊线虫病发生分布研究 [J]. 吉林农业科学, 2014(4): 47-49. (Liu D W, Ma C W, Duan Y X. Studies on occurrence and distribution of soybean cyst nematode in Liaoning province [J]. Journal of Jilin Agricultural Sciences, 2014(4): 47-49.)
- [20] 顾鑫, 丁俊杰. 大豆灰斑病的研究现状 [J]. 中国农学通报, 2010(9): 303-306. (Gu X, Ding J J. The research status of *Cercospora sojae* [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2010(9): 303-306.)
- [21] 汪立刚, 沈阿林, 孙克刚, 等. 大豆连作障碍及调控技术研究进展 [J]. 土壤肥料, 2001(5): 3-8. (Wang L G, Shen A L, Sun K G, et al. The research progress of soybean continuous cropping obstacle and its control technology [J]. Soil and Fertilizer Sciences in China, 2001(5): 3-8.)
- [22] 王孟雪, 张玉先. 麦/玉/豆轮作制度下不同施肥措施对大豆产量的影响 [J]. 大豆科学, 2009, 28(6): 1040-1043, 1048. (Wang M X, Zhang Y X. Fertilization measures affects soybean yield under wheat-maize-soybean rotation cropping [J]. Soybean Science, 2009, 28(6): 1040-1043, 1048.)