

农家大豆种质对花叶病毒病 N1 和 N3 株系的抗性鉴定

高赛男,赵 雪,李文滨,李海燕,韩英鹏

(东北农业大学 大豆生物学教育部重点实验室/农业部北方大豆生物学与遗传育种区域重点实验室,黑龙江 哈尔滨 150030)

摘 要:农家品种作为重要的种质资源,其抗病性鉴定对大豆遗传育种材料的选择至关重要。采用摩擦接种法对 46 份农家大豆种质进行 N1 和 N3 株系的抗性鉴定。结果表明:对 N1 株系表现高抗的农家种质为 6 份,分别是铁荚子、天鹅蛋、青仁黑豆、黑豆、大青仁和冬豆;对 N3 株系表现高抗的农家种质为 6 份,分别是铁荚子、天鹅蛋、青仁黑豆、黑豆、化眉豆和小白脐;对 N1 和 N3 株系均表现高抗的种质为 4 份,分别是铁荚子、天鹅蛋、青仁黑豆、黑豆。这为 SMV 抗性育种奠定了材料基础。利用前期研究获得的与大豆花叶病毒病抗性基因相关的 SSR 标记 Satt114,进行分子辅助鉴定,46 份农家种质通过 Satt114 分子辅助鉴定,共筛选出 8 份抗大豆花叶病毒病种质,分别是铁荚子、黑豆、天鹅蛋、大青仁、青仁黑豆、冬豆、丰地黄、小白脐,其中丰地黄和小白脐的鉴定结果与摩擦接种法的鉴定结果不符,需进一步试验鉴定。

关键词:大豆种质;花叶病毒病;抗性鉴定;农家品种
中图分类号:S565. 1 **文献标识码:**A **DOI:**10. 11861/j. issn. 1000-9841. 2016. 01. 0117

Identification of Resistance of Soybean Landraces to N1 and N3 Strains of Soybean Mosaic Virus

GAO Sai-nan,ZHAO Xue,LI Wen-bin,LI Hai-yan ,HAN Ying-peng

(Chinese Education Ministry's Key Laboratory of Soybean Biology/Key Laboratory of Northeastern Soybean Biology and Breeding Genetics of Chinese Agriculture Ministry, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China)

Abstract: As an important germplasm resource, landrace is very important for the material selection of soybean genetic breeding. In this paper, 46 landraces were friction inoculated with N1 and N3 strains to select SMV resistant germplasm. The results showed that there were six landraces resistant to SMV N1 including Tiejiazi, Tianedan, Qingrenheidou, Heidou, Daqingren and Dongdou. Six landraces were resistant to SMV N3, they were Tiejiazi, Tianedan, Qingrenheidou, Heidou, Huameidou and Xiaobaiqi. A total of 4 landraces were resistance to both SMV N1 and SMV N3, which laid the material foundation for breeding resistant cultivars. Molecular assisted identification utilizing SSR markers Satt 114 related with resistance gene obtained by previous studies. The results showed that a total of 8 landraces were resistant to SMV of which Fengdihuang and Xiaobaiqi were reverified through friction inoculation test and further test and identification should be done.

Keywords: Germplasm; Soybean; Landrace; Resistance identification

大豆花叶病毒病(soybean mosaic virus, SMV)是世界性大豆病害,其主要通过带病毒种子进行传播,在我国东北地区田间由病苗作为初侵染源,再由蚜虫取食后进一步传播^[1]。SMV 发病植株主要表现为叶部出现花叶、皱缩、叶脉坏死、植株矮化,一般减产 10%~40%,严重造成绝产^[2]。防治花叶病毒病有多重途径,可种植抗病毒品种、建立无毒种子田、防治蚜虫和加强种子检疫,研究表明,化学药剂治虫防病效果差、成本高,选育和利用抗病品种是防治 SMV 最经济有效的途径^[3-13],而优异抗源的筛选是抗病育种的根本。

前人针对东北地区花叶病毒 N1、N3 株系进行了大量的栽培品种和野生品种的筛选和鉴定。郑翠明等^[4]对 348 份栽培大豆种质进行了筛选,共筛选得到 113 份高抗 N3 株系的种质。郜李彬等^[2]对 158 份栽培大豆和 138 份野生大豆进行 N3 株系抗

性鉴定,结果表明有 36 份栽培大豆表现抗病,占参试材料 39.13%;有 6 份野生大豆表现抗病,占参试材料的 4.72%。滕卫丽等^[5]对 103 份栽培大豆进行接种鉴定,结果表明抗 N1 株系的品种有 95 份,占参试材料的 92.2%,抗 SMV N3 的品系有 53 份,占参试材料 51.5%,兼抗 SMV N1 和 SMV N3 的有 33 份,占参试材料的 32.0%。李文福等^[6]对 556 份大豆种质资源进行 N1 和 N3 株系成株抗性鉴定,结果表明抗 N1 株系的材料有 446 份,占 80.2%;抗 N3 株系的材料 151 份,占 27.2%,接种 N1 株系的抗源明显多于接种 N3 株系的对应抗病资源。史玉凤等^[14]对 129 分野生大豆进行 N3 株系抗性鉴定,得到 3 份抗性材料,占参试材料的 2.3%。相对栽培品种和野生品种,农家品种是长期自然和人工选择的结果,具有更为特殊的地域适应性和较宽的遗传基础,在表现性状和遗传多样性方面存在广泛的

收稿日期:2015-02-09
基金项目:黑龙江省普通高等学校新世纪优秀人才培养计划(1253-NCET-005)。
第一作者简介:高赛男(1989-),女,硕士,主要从事分子辅助育种研究。E-mail:1043288953@qq.com。
通讯作者:韩英鹏(1978-),男,博士,教授,主要从事大豆遗传育种和分子生物技术研究。E-mail: hyp234286@aliyun.com。

多样性,对提高大豆产量、品质和抗性等方面具有实际意义,是研究和利用大豆优异性状的宝贵资源^[15]。但目前对于农家品种的 SMV 抗性筛选和鉴定报道仍较少。

SSR 标记因操作简便、结果重复性好,被广泛应用于大豆种质资源研究^[16-17]。许占有等^[18]利用 SSR 标记对根据不同农艺性状筛选出的 91 份材料进行聚类分析,明确 SSR 标记与农艺性状间的相关性,从而为大豆种质资源的评价、鉴定和利用提供理论依据。林凡云等^[19]以山西地方品种和选育品种为材料,对其质量性状、数量性状及 SSR 标记进行遗传多样性分析,结果表明,地方品种与选育品种相比,遗传多样性较高。对于大豆花叶病毒病,国内外学者已经鉴定了 3 个抗花叶病毒病的位点,即 *Rsv1*、*Rsv3* 和 *Rsv4*,其分别位于 F、B2 和 D1b 连锁群^[20]。李文福等^[21]对 186 份大豆种质资源进行抗

性鉴定,并利用 6 个与花叶病毒病抗性相关的 SSR 分子标记验证抗病毒分子辅助选择的可行性,其中标记 Sat_317 的准确率达 79.1%,其它 5 个标记的准确率均达 70% 以上,结果表明抗病毒分子辅助选择是可行的。

本研究对来自全国 15 个省份的 46 份农家大豆种质,进行 N1 和 N3 株系的抗性鉴定和 SSR 分子辅助鉴定,旨在筛选抗性种质,为 SMV 抗性育种奠定基础。

1 材料与方法

1.1 材料

供试材料来自黑龙江、辽宁、河南等 15 个省份农家品种 46 份(表 1)。大豆花叶病毒 N1 和 N3 株系为本实验室保存。

表 1 参试地方品种
Table 1 Tested landraces

品种 Variety	省份 Province	品种 Variety	省份 Province	品种 Variety	省份 Province
丰地黄 Fengdihuang	吉林 Jilin	猫眼豆 Maoyandou	甘肃 Gansu	铁荚四粒黄 Tiejiasilihuang	吉林 Jilin
黑秣食豆 Heimoshidou	黑龙江 Heilongjiang	嘟噜豆 Duludou	黑龙江 Heilongjiang	绿滚豆 Lvgundou	陕西 Shanxi
倪丁花眉豆 Nidinghuameidou	黑龙江 Heilongjiang	青仁黑豆 Qingrenheidou	黑龙江 Heilongjiang	铁荚子 Tiejiazi	辽宁 Liaoning
矮脚早 Aijiaozao	江苏 Jiangsu	粗豆 Cudou	湖北 Hubei	黑壳乌豆 Heikewudou	湖北 Hubei
化眉豆 Huameidou	湖北 Hubei	酱黄豆 Jianghuangdou	湖北 Hubei	老鼠皮 Laoshupi	湖北 Hubei
绿皮豆 Lvpidou	吉林 Jilin	猴子毛 Houzimao	湖北 Hubei	白毛豆 Baimaodou	福建 Fujian
大白毛豆 Dabaimaodou	黑龙江 Heilongjiang	回茬小黄豆 Huichaxiaohuangdou	湖北 Hubei	油乌豆 Youwudou	湖北 Hubei
黄毛豆 Huangmaodou	湖南 Hunan	上饶八月白 Shangraobayuebai	江西 Jiangxi	红珠豆 Hongzhudou	湖南 Hunan
蜂窝豆 Fengwodou	浙江 Zhejiang	冬豆 Dongdou	浙江 Zhejiang	八月黄 Bayuehuang	浙江 Zhejiang
黑花田埂豆 Heihuatiangengdou	浙江 Zhejiang	大菜大青豆 Dacaidaqingdou	浙江 Zhejiang	花斑青豆 Huabanqingdou	浙江 Zhejiang
压破车 Yapoche	黑龙江 Heilongjiang	天鹅蛋 Tianedan	山西 Shanxi	大青仁 Daqingdou	福建 Fujian
黑豆 Heidou	河北 Hebei	小粒秣食豆 Xiaolimoshidou	黑龙江 Heilongjiang	元宝金 Yuanbaojin	黑龙江 Heilongjiang
盘石豆 Panshidou	浙江 Zhejiang	大黄珠 Dahuangzhu	江西 Jiangxi	沙心豆 Shaxindou	江西 Jiangxi

续表 1

品种 Variety	省份 Province	品种 Variety	省份 Province	品种 Variety	省份 Province
小白脐	辽宁	平顶黑	山东	灰皮支黑豆	Jiangxi 山西
Xiaobaiqi	Liaoning	Pindinghei	Shandong	Huipizhiheidou	
夏黑豆	山西	茶色豆	黑龙江	黄宝珠	黑龙江
Xiaheidou	Jiangxi	Chasedou	Heilongjiang	Huangbaozhu	Heilongjiang
黑龙江	四粒黄				
Heilongjiang	Silihuang				

1.2 大豆花叶病毒接种方法

将供试的 46 份材料分别盆栽于防虫网棚内,每份材料种 20 粒种子,出苗后,接种病毒前去除种传植株,在第一对真叶完全展开时,采用人工摩擦接种方法分别接种 N1 和 N3 株系,在第一轮三出复叶展开时,用同样方法重复一次接种工作。

1.3 SSR 分子标记辅助鉴定

利用前期研究获得的与大豆花叶病毒病抗性基因相关的 SSR 标记 Satt114,进行分子标记辅助鉴定,标记所在连锁群为 LG F(Gm03),上游引物 5'-3'序列为 GGGTTATCCTCCCAATA,下游引物 3'-5'序列为 ATATGGGATGATAAGGTGAAA。PCR 体系为:反应总体积为 20 μ L,反应体系包括:2 μ L 模板 DNA(50 ng $\cdot\mu$ L⁻¹),2 μ L 10 \times PCR 缓冲液,3 μ L SSR 引物(10 ng $\cdot\mu$ L),0.3 μ L dNTP,0.3 μ L Taq 酶,12.4 μ L ddH₂O。SSR 反应在 PTC-100™peltiter thermal cycler 中进行,在 94℃ 预变性 10 min,然后进入循环;94℃ 变性 30 s;53℃ 复性 30 s;72℃ 延伸 30 s;循环 35 次后 72℃ 延伸 7 min,置于 4℃ 下保存。将 PCR 产物中加上 8 μ L 甲酰胺双色缓冲液(2.5 mg \cdot mL⁻¹溴酚兰,2.5 mg \cdot mL⁻¹二甲苯青,10 mmol \cdot L⁻¹ EDTA,95% 去离子甲酰胺),置于 PTC-100™peltiter thermal cycler 中变性 10 min,置于 4℃ 下保存。PCR 产物在 POWERPAC 3000 电泳仪上 100 W 恒定功率,以 6% 聚丙烯酰胺标准测序胶为介质,以 1 \times TBE 为缓冲液,电泳分离,银染法检测。

1.4 抗性分级标准

调查标准如下:植株生长正常,无病毒病症状,代表免疫;轻度花叶,叶片无皱缩、卷曲或黄斑,代表高抗;症状轻微,只有少数叶片出现皱缩、卷曲或黄斑,代表中抗;症状较重,大多数叶片出现明显皱缩、卷曲、重花叶、黄斑,植株生长受到障碍,代表感病;叶片严重皱缩、卷曲,大块黄斑枯死,植株严重矮化或顶枯,代表高感^[9]。中抗以上统称为抗病类型,感病和高感统称为感病类型。

抗花叶病毒病鉴定:于接种后 14 d 调查发病情况,包括症状类型、病级,此后每隔 7 d 调查一次,持续 30 d,汇总数据,计算病情指数^[22]。

表 2 大豆花叶病毒病抗性鉴定标准

Table 2 Resistance identification standard of SMV

分级	病情指数	抗性评价
Grade	Disease index/%	Resistance
1	0	高抗 HR
2	1 ~ 20	抗病 R
3	21 ~ 35	中抗 MR
4	36 ~ 50	中感 MS
5	51 ~ 70	感病 S
6	> 70	高感 HS

2 结果与分析

2.1 46 份农家大豆种质对 N1 株系的病情指数分析

由表 3 可知,对 N1 株系呈现高抗的材料有 6 份,占参试材料的 13%,分别为青仁黑豆、铁荚子、冬豆、天鹅蛋、大青仁、黑豆;对 N1 株系呈现感病的材料为 14 份,占参试材料的 30%,分别为粗豆、黑壳乌豆、酱黄豆、大白毛豆、黄毛豆、红珠豆、八月黄、黑花田埂豆、大菜大青豆、压破车、盘石豆、沙心豆、灰皮支黑豆、茶色豆;对 N1 株系高感的材料为 17 份,占参试材料的 37%,分别为猫眼豆、铁荚四粒黄、嘟噜豆、矮脚早、化眉豆、绿皮豆、白毛豆、回茬小黄豆、油乌豆、蜂窝豆、花斑青豆、小粒秣食豆、大黃珠、小白脐、平顶黑、夏黑豆、四粒黄。

2.2 46 份农家大豆种质对 N3 株系的病情指数分析

由表 3 可知,对 N3 株系呈现高抗的材料有 6 份,占参试材料的 13%,分别为青仁黑豆、铁荚子、化眉豆、天鹅蛋、黑豆、小白脐;对 N3 株系呈现感病的材料有 9 份,占参试材料的 20%,分别为黑秣食豆、倪丁花眉豆、矮脚早、黑壳乌豆、酱黄豆、老鼠皮、大青仁、平顶黑、灰皮支黑豆;对 N3 株系呈现高感材料有 26 份,占参试材料的 57%,分别为猫眼豆、铁荚四粒黄、嘟噜豆、绿滚豆、粗豆、绿皮豆、猴子毛、白毛豆、大白毛豆、回茬小黄豆、油乌豆、黄毛豆、上饶八月白、红珠豆、冬豆、八月黄、黑花田埂

豆、大菜大青豆、元宝金、盘石豆、大黄珠、沙心豆、夏黑豆、茶色豆、黄宝珠、四粒黄。

2.3 46 份农家大豆种质对 N1、N3 株系的兼抗性结果分析

由表 3 可知,46 份种质中,青仁黑豆、铁荚子、天鹅蛋、黑豆这 4 份材料对 N1、N3 株系均表现为高抗,占参试材料的 8.7%;对 N1 株系呈现高感的种质占参试品种的 37%,对 N3 株系呈现高感的种质

占参试材料的 52%,表明 N3 株系相对于 N1 株系是强毒株系,与前人研究结果一致。鉴定出的抗性材料中,青仁黑豆来自黑龙江省,铁夹子、小白脐来自辽宁省,在为数不多的抗性材料中,来自东北地区的材料占有很大比例。

本研究中,抗性鉴定结果显示,46 份农家材料中 N1 株系的抗病材料为 6 份,N3 株系的抗病材料为 6 份,兼抗 N1、N3 株系的材料为 4 份。

表 3 46 份农家品种接种大豆花叶病毒的病情指数
Table 3 The disease index of 46 cultivars inoculated with SMV

品种 Variety	N1	抗性评价 Resistance evaluation	N3	抗性评价 Resistance evaluation	品种 Variety	N1	抗性评价 Resistance evaluation	N3	抗性评价 Resistance evaluation
丰地黄 Fengdihuang	0.33	MR	0.50	MS	猫眼豆 Maoyandou	1.00	HS	1.00	HS
铁荚四粒黄 Tiejiasilihuang	1.00	HS	0.75	HS	黑秣食豆 Heimoshidou	0.33	MR	0.67	S
嘟噜豆 Duludou	1.00	HS	1.00	HS	绿滚豆 Lyugundou	0.33	MR	1.00	HS
倪丁花眉豆 Nidinghuameidou	0.50	MS	0.67	S	青仁黑豆 Qingrenheidou	0	HR	0	HR
铁荚子 Tiejiazi	0	HR	0	HR	矮脚早 Aijiaozao	1.00	HS	0.67	S
粗豆 Cudou	0.67	S	1.00	HS	化眉豆 Huameidou	1.00	HS	0	HR
绿皮豆 Lypidou	1.00	HS	1.00	HS	猴子毛 Houzimao	0.33	MR	1.00	HS
酱黄豆 Jianghuangdou	0.67	S	0.67	S	老鼠皮 Laoshupi	0.33	MR	0.67	S
白毛豆 Baimaodou	1.00	HS	1.00	HS	大白毛豆 Dabaimaodou	0.67	S	1.00	HS
回茬小黄豆 Huichaxiaohuangdou	1.00	HS	1.00	HS	油乌豆 Youwudou	1.00	HS	1.00	HS
黄毛豆 Huangmaodou	0.67	S	1.00	HS	上饶八月白 Shangraobayuebai	0.33	MR	1.00	HS
红珠豆 Hongzhudou	0.67	S	1.00	HS	冬豆 Dongdou	0	HR	1.00	HS
蜂窝豆 Fengwodou	1.00	HS	0.50	MS	八月黄 Bayuehuang	0.67	S	1.00	HS
黑花田埂豆 Heihuatiangengdou	0.67	S	1.00	HS	大菜大青豆 Dacaidaqingdou	0.67	S	1.00	HS
花斑青豆 Huabanqingdou	1.00	HS	0.33	MR	压破车 Yapoche	0.67	S	0.50	MS
天鹅蛋 Tianedan	0	HR	0	HR	大青仁 Daqingren	0	HR	0.67	S

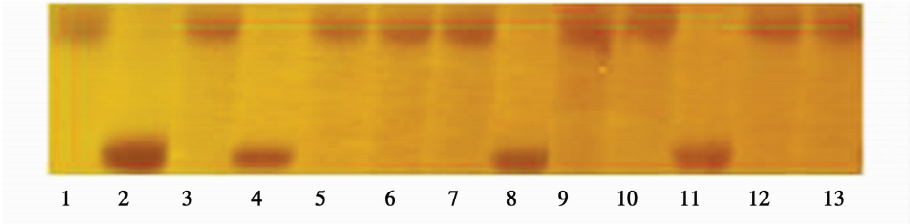
续表 3

品种 Variety	N1	抗性评价 Resistance evaluation	N3	抗性评价 Resistance evaluation	品种 Variety	N1	抗性评价 Resistance evaluation	N3	抗性评价 Resistance evaluation
黑豆 Heidou	0	HR	0	HR	小粒秣食豆 Xiaolimoshidou	1.00	HS	0.50	MS
元宝金 Yuanbaojin	0.50	MS	1.00	HS	盘石豆 Panshidou	0.67	S	1.00	HS
大黄珠 Dahuangzhu	0.75	HS	1.00	HS	沙心豆 Shaxindou	0.67	S	1.00	HS
小白脐 Xiaobaiqi	1.00	HS	0.00	HR	平顶黑 Pingdinghou	1.00	HS	0.67	S
灰皮支黑豆 Huipizhiheidou	0.67	S	0.67	S	夏黑豆 Xiaheidou	1.00	HS	1.00	HS
茶色豆 Chasedou	0.67	S	1.00	HS	黄宝珠 Huangbaozhu	0.50	MS	1.00	HS
四粒黄 Silihuang	1.00	HS	1.00	HS	黑壳乌豆 Heikewudou	0.67	S	0.67	S

2.4 46 份农家种质的 SSR 分子辅助鉴定结果

利用与大豆花叶病毒病抗病基因位点紧密连锁的 SSR 标记 Satt114,对 46 份农家种质进行分子辅助鉴定(图 1),以东农 93-046 和 Conrad 为对照(东农 93-046 抗 N1 株系,Conrad 感 N1 株系),结果有 8 份种质表现为抗病类型(图 1),分别是铁荚子、

黑豆、天鹅蛋、大青仁、青仁黑豆、冬豆、丰地黄和小白脐。在摩擦接种法鉴定结果中,丰地黄对 N1 株系表现是中抗,而 SSR 辅助鉴定结果为抗病;在摩擦接种法鉴定结果中,小白脐对 N1 株系表现高感,而 SSR 辅助鉴定结果为抗病。



1 ~13 分别代表东农 930-46,Conrad,铁荚子,绿皮豆,黑豆,天鹅蛋,大青仁,化眉豆,青仁黑豆,冬豆,猴子毛,丰地黄,小白脐。

1-13 represents Dongnong 930-46, Conrad, Tiejiazi, Lyupidou, Heidou, Tianedan, Daqingren, Hua-meidou, Qingrenheidou, Dongdou, Houzimaou, Fengdihuang, Xiaobaiqi.

图 1 Satt114 的电泳检测
Fig. 1 Electrophoresis detection of Satt114

3 结论与讨论

对大豆种质进行准确的抗性评价是对其进行合理利用的前提,大豆花叶病毒病是由单基因控制的质量性状,采用表型鉴定和分子辅助鉴定相结合的方式对大豆新品种(系)进行抗性鉴定可以提高鉴定的准确性。在 46 份参试农家材料中仅有 4 份材料对 SMV N1 和 N3 株系具有兼抗性,占参试品种数的 8.7%,可能参试材料较少,不具代表性;也可能兼抗两个株系的抗性种质确实较少;对于摩擦接

种法和 SSR 辅助鉴定法结果不相符的材料丰地黄和小白脐,可能摩擦接种法结果调查时出现偏差,这有待进一步调查研究。

农家品种经过长期的自然选择和人工选择,形成丰富的遗传变异和优异种质,但是在大豆育种中,利用效率较低,这与对农家品种的保存和研究鉴定较少有关,因此应充分发挥资源潜势,开拓利用,结合田间农艺性状观察、抗性鉴定以及品质分析等,进而筛选出更多抗 SMV 的优良种质资源,以不断满足大豆育种对种质资源遗传多样性的

需求^[23]。

利用农家品种作为亲本培育新品种在玉米等作物的育种中早有报道,湖北省在长期的自然选择和人工驯化中形成了丰富的玉米农家品种,在历史上曾作为主栽品种在生产上发挥过作用,之后又作为宝贵的育种资源,在育种中加以利用,几十年来,经过育种家培育并推广的一大批优良玉米品种大都含有地方品种的血缘^[24]。但是利用农家品种作为亲本培育抗花叶病毒病的大豆育种报道鲜见。SMV 是 RNA 病毒,其在同寄主和环境的共同进化过程中产生了致病性的变化,使新的株系产生^[25]。为了应对新的株系的产生需要储备丰富的抗源和培育一些具有广谱抗性的大豆新品种,优异的抗源材料成为抗病新品种育成的关键。大豆农家品种资源是新品种选育的基础之一,研究表明,在培育抗 N1 株系的抗性材料的过程中,应优先考虑血缘相对较远的冬豆(浙江省)、天鹅蛋(山西省)、大青仁(山西省)、黑豆(河北省);同样,在培育抗 N3 株系的抗性材料过程中,应优先考虑天鹅蛋(山西)、黑豆(河北);在培育兼抗 N1、N3 株系的抗性材料过程中,着重考虑天鹅蛋和黑豆。

参考文献

- [1] 杨崇良,尚佑芬,李长松,等. 我国北方地区大豆品种资源对大豆花叶病毒抗性鉴定[J]. 山东农业科学,1995(5): 25. (Yang C L, Shang Y F, Li C S, et al. The resistance identification of national northern soybean cultivars to SMV[J]. Shandong Agricultural Sciences, 1995(5): 22-25.)
- [2] 邵李彬,曹越平,周斐红,等. 大豆种质资源对 SMV 东北 3 号株系和黄淮 7 号株系的抗性鉴定[J]. 中国种业,2008(2): 48-50. (Gao L B, Cao Y P, Zhou F H, et al. The resistance identification of soybean cultivars to SMV N3 and Huanghuai 7[J]. Chinese Seed, 2008(2): 48-50.)
- [3] 杨华,李凯,杨清华,等. 国内部分新品种对大豆花叶病毒抗性的鉴定[J]. 华北农学报,2008,23(增刊): 252-255. (Yang H, Li K, Yang Q H, et al. Evaluation of resistance to SMV of cultivars from soybean national and local regional test in 2004-2006[J]. Acta Agricultural Boreali-Sinica, 2008, 23(S): 252-255.)
- [4] 郑翠明,常汝镇,邱丽娟,等. 大豆种质资源对 SMV3 号株系的抗性鉴定[J]. 大豆科学,2000,19(4): 299-306. (Zheng C M, Chang R Z, Qiu L J, et al. The resistance identification of soybean cultivars to SMV N3[J]. Soybean Science, 2000, 19(4): 299-306.)
- [5] 滕卫丽,卢双勇,高阳,等. 不同省份大豆新品种(系)对东北大豆强弱花叶病毒株系的抗性鉴定[J]. 东北农业大学学报,2011,42(10): 16-19. (Teng W L, Lu S Y, Gao Y, et al. The resistance identification of different soybean cultivars from different provinces to strong and weak SMV strains[J]. Journal of Northeast Agricultural University, 2011, 42(10): 16-19.)
- [6] 李文福,刘春燕,于妍,等. 大豆种质资源对东北 SMV1 号和 3

- 号株系的抗性鉴定[J]. 中国油料作物学报,2009,31(1): 94-96. (Li W F, Liu C Y, Yu Y, et al. The resistance identification of soybean cultivars to SMV N1 and SMV N3[J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2009, 31(1): 94-96.)
- [7] 王月明,侯春燕,张孟臣,等. 河北省推广大豆品种对六个 SMV 株系的抗性鉴定[J]. 华北农学报, 2006, 21(增刊): 183-186. (Wang Y M, Hou C Y, Zhang M C, et al. Soybean cultivars' resistance identification to six strains of SMV major planted in Hebei province[J]. Acta Agricultural Boreali-Sinica, 2006, 21(S): 183-186.)
- [8] 陈珊宇,郑桂杰,杨中路,等. 我国大豆核心种质南方材料对 SMV 流行株系的抗性评价[J]. 中国油料作物学报,2009,31(4): 513-516. (Chen S Y, Zheng G J, Yang Z L, et al. Evaluation of resistance to SMV of soybean core collection from Southern China[J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2009, 31(4): 513-516.)
- [9] 白丽,李凯,陈应志,等. 部分国家和省(市)区试品种对大豆花叶病毒的抗性分析[J]. 中国油料作物学报, 2007, 29(1): 86-89. (Bai L, Li K, Chen Y Z, et al. Evaluation of resistance to SMV of cultivars from soybean national and local regional test[J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2007, 29, (1): 86-89.)
- [10] 李凯,刘志涛,李海朝,等. 国家大豆区域试验品种对 SMV 和 SCN 的抗性分析[J]. 大豆科学,2013,32(5): 671. (Li K, Liu Z T, Li H C, et al. Resistance to soybean mosaic virus and soybean cyst nematode of soybean cultivars from China national soybean uniform trials[J]. Soybean Science, 2013, 32(5): 671.)
- [11] 智海剑,盖钧镒. 大豆对 SMV 数量抗性的表现形式与种质鉴定[J]. 中国农业科学,2004,37(10): 1422-1427. (Zhi H J, Gai J Y. Performances and germplasm evaluation of quantitative resistance to soybean mosaic virus in soybeans[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2004, 37(10): 1422-1427.)
- [12] 智海剑,盖钧镒,陈应志,等. 2002~2004 年国家大豆区试品种对大豆花叶病毒抗性的评价[J]. 大豆科学,2005,24(3): 189-193. (Zhi H J, Gai J Y, Chen Y Z, et al. Evaluation of resistance to SMV of the entries in the national uniform soybean tests (2002-2004)[J]. Soybean Science, 2005, 24(3): 189-193.)
- [13] 高岭巍. 大豆花叶病毒病及其防治[J]. 经济作物,2013(3): 218-219. (Gao L W. Soybean mosaic virus and prevention and treatment[J]. Economic Crops, 2013(3): 218-219.)
- [14] 史玉凤,朱英波,龙茹,等. 河北东部沿海地区野生大豆病毒病抗性与几种酶活性的关系[J]. 植物病理学报,2008,38(4): 382-387. (Shi Y F, Zhu Y B, Long R, et al. Relationship between soybean mosaic virus (SMV) resistance and several enzyme activities from wild soybean in the eastern coastal region of Hebei province[J]. Acta Phytopathologica Sinica, 2008, 38(4): 382-387.)
- [15] 李艳花,杜成章,陈红,等. 重庆大豆地方资源多样性评价及群体表型特点研究[J]. 植物遗传资源学报,2013,14(6): 1025-1030. (Li Y H, Du C Z, Chen H, et al. Study of genetic diversity and population morphological characteristics of soybean landraces in Chongqing[J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2013, 14(6): 1025-1030.)
- [16] 杨春燕,闫龙,张孟臣. 河北省大豆地方品种遗传基础[J]. 植物遗传资源学报,2009,10(4): 560-565. (Yang C Y, Yan L,

Zhang M C. Genetic basic of landrace soybean in Hebei [J]. Journal of Plant Genetic Resources,2009,10(4):560-565.)

[17] 李林海,邱丽娟,常汝镇,等. 中国黄淮和南方夏大豆(*Glycine max* L.)SSR 标记的遗传多样性及分化研究[J]. 作物学报 2005,31(6):777-783. (Li L H, Qiu L J, Chang R C, et al. Defereniaion and geneic diveriy of SSR molecular marker for Huanghuai and Southernsummer sowing soybean in China [J]. Acta Agronomica Sinica, 2005,31(6):777-783.)

[18] 许占有,邱丽娟,常汝镇,等. 利用 SSR 标记鉴定大豆种质资源[J]. 中国农业科学,1999,32(增刊):40-48. (Xu Z Y, Qiu L J, Chang R Z, et al. Using SSR markers evaluate soybean germplasm[J]. Scientia Agricultura Sinica, 1999,32(S):40-48.)

[19] 林凡云,邱丽娟,常汝镇,等. 山西省大豆地方品种与选育品种农艺性状及 SSR 标记遗传多样性比较分析[J]. 中国油料作物学报,2003,25(3):24-29. (Lin F Y, Qiu L J, Chang R Z, et al. Comparative analysis of agronomic traits of landraces and cultivars and SSR markers genetic diversity of soybean in Shanxi province[J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2003,25(3):24-29.)

[20] 李文滨,韩英鹏. 大豆分子标记及辅助选择育种技术的发展[J]. 大豆科学,2009,28(15):917-925. (Li W B, Han Y P. Development of soybean molecular markers and molecular marker asistant breeding [J]. Soybean Science, 2009,28(15):917-925.)

[21] 李文福,朱晓双,王晓锋,等. 大豆种质对 SMV 成株和种粒斑驳抗性的 SSR 标记辅助鉴定[J]. 植物遗传学资源报,2010,11(2):239-243 (Li W F, Zhu X S, Wang X F, et al. Identification of the SMV adult-plant and seed coat mottling resistance in soybean germplasms using SSR markers [J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2010,11(2):239-243.)

[22] 智海剑,盖钧镒,何小红. 大豆对 SMV 数量(程度)抗性的综合分级方法研究[J]. 大豆科学,2005,24(2):5-11. (Zhi H J, Gai J Y, He X H. The comprehensive classification research method of soybean to SMV number(degree) of resistance [J]. Soybean Science, 2005,24(2):5-11.)

[23] 赵银月,保丽萍,耿智德,等. 云南省大豆地方种质资源遗传多样性的初步分析[J]. 西南农业学报,2006,19(4):591-593. (Zhao Y Y, Bao L P, Geng Z D, et al. Preliminary analysis of genetic diversity of local soybean germplasm in Yunnan [J]. Southwest China Journal of Agricultural Sciences, 2006,19(4):591-593.)

[24] 邹清梅. 我省山区玉米地方品种的类型、特点及其在育种上的利用[J]. 湖北农业科学,1998(3):35-36. (Zou Q M. Types, characteristics of mountain province local varieties of maize and its utilization inbreeding [J]. Hubei Agricultural Sciences, 1998(3):35-36.)

[25] 智海剑,盖钧镒. 大豆花叶病毒及抗性遗传的研究进展[J]. 大豆科学,2006,25(2):174-180. (Zhi H J, Gai J Y. Advances in the studies on soybean mosaic virus [J]. Soybean Science, 2006,25(2):174-180.)

(上接第 116 页)

[3] McCann H C, Rikkerink E H A, Bertels F, et al. Genomic analysis of the kiwifruit pathogen *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* provides insight into the origins of an emergent plant disease [J]. PLoS Pathogens, 2013, 9(7):e1003503.

[4] 王芳. 大豆细菌性病害的识别与综合防治[J]. 大豆通报, 2007(5):9. (Wang F. The identification and integrated prevention of bacterial diseases in soybean [J]. Soybean Bulletin, 2007(5):9.)

[5] Lee S, Yang D S, Uppalapati S R, et al. Suppression of plant defense responses by extracellular metabolites from *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci* in *Nicotiana benthamiana* [J]. BMC Plant Biology, 2013, 13(1):65.

[6] Gupta K J, Brotman Y, Segu S, et al. The form of nitrogen nutrition affects resistance against *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* in tobacco [J]. Journal of Experimental Botany, 2013, 64(2):553-568.

[7] Wrather J A, Koenning S R. Effects of diseases on soybean yields in the United States 1996 to 2007 [J]. Plant Health Progress, 2009. doi:10.1094/PHP-2009-0401-01-RS.

[8] Park E W. Effects of bacterial blight on soybean yield [J]. Plant Disease, 1986, 70.

[9] Cross J E, Kennedy B W, Lambert J W, et al. Pathogenic races of the bacterial blight pathogen of soybeans, *Pseudomonas glycinea* [J]. Plant Disease Reporter, 1966, 50(8):557-560.

[10] Prom L K, Venette J R. Races of *Pseudomonas syringae* pv. *glycinea* on commercial soybean in eastern North Dakota [J]. Plant Disease, 1997, 81(5):541-544.

[11] 张佳环,高洁,许庆国,等. 大豆品种对大豆细菌性斑点病的抗性鉴定[J]. 大豆科学,2000,19(2):180-183. (Zhang J H, Gao J, Xu Q G, et al. Identification of the resistance of soybean varieties to bacterial blight disease of soybean [J]. Soybean Science, 2000,19(2):180-183.)

[12] Mukherjee D, Lambert J W, Cooper R L, et al. Inheritance of resistance to bacterial blight (*Pseudomonas glycinea* Coerper) in soybeans (*Glycine max* L.) [J]. Crop Science, 1966, 6(4):324-326.

[13] Wrather J A, Kendig S R, Anand S C, et al. Effects of tillage, cultivar, and planting date on percentage of soybean leaves with symptoms of sudden death syndrome [J]. Plant Disease, 1995, 79(6):560-562.

[14] Staskawicz B, Dahlbeck D, Keen N, et al. Molecular characterization of cloned avirulence genes from race 0 and race 1 of *Pseudomonas syringae* pv. *glycinea* [J]. Journal of Bacteriology, 1987, 169(12):5789-5794.

[15] 张淑珍,徐鹏飞,吴俊江,等. 黑龙江省大豆品种对细菌性斑点病的田间抗病性调查及室内接种鉴定分析[J]. 东北农业大学学报,2006,37(5):588-591. (Zhang S Z, Xu P F, Wu J J, et al. Study on the identification of the resistance of soybean varieties (lines) to *Pseudomonas syringae* pv. *Glycinea* in field and inoculation indoors [J]. Journal of Northeast Agricultural University, 2006,37(5):588-591.)

[16] 孙永吉,刘宗麟,刘玉芝,等. 大豆品种资源抗细菌斑点病鉴定与评价[J]. 大豆科学,1989,8(2):185-189. (Sun Y J, Liu Z L, Liu Y Z, et al. Evaluation and identification of soybean cultivars and lines for resistance to bacterial blight [J]. Soybean Science, 1989,8(2):185-189.)