

大连地区 18 个菜豆品种对根腐病的抗性鉴定

曾 岩, 郭建华

(大连市现代农业生产发展服务中心 辽宁大连 116036)

摘要:为明确大连地区菜豆品种抗根腐病水平,通过病田试验和接种试验对 18 个菜豆品种进行根腐病抗性鉴定。结果表明,病田试验中所有品种均表现发病,且发病情况逐年加重;八月忙、连农玉丰架豆和连农美味 2 号发病最轻,2 年平均病情指数分别为 12.96、13.70、15.19。在接种试验中,抗病(R)品种有 5 个,其中 3 个的病情指数与中抗品种呈显著差异,包括连农玉丰架豆、连农美味 2 号和八月忙,病情指数分别为 27.11、28.44 和 28.89;中抗(MR)品种 11 个,感病(S)品种 2 个,无免疫(I)和高抗(HR)品种。综合试验结果,鉴定出 3 个抗病菜豆品种,连农玉丰架豆、连农美味 2 号和八月忙不仅抗根腐病,而且农艺性状优良,既可以直接应用于生产,也可以作为抗根腐病种质资源进行改良和利用。

关键词:菜豆;种质资源;根腐病;抗性

中图分类号:S643.1

文献标志码:A

文章编号:1673-2871(2024)08-117-06

Resistance identification of 18 varieties of kidney beans in Dalian area to root rot disease

ZENG Yan, GUO Jianhua

(Dalian Modern Agricultural Production Development and Service Center, Dalian 116036, Liaoning, China)

Abstract: In order to clarify the resistance level of kidney bean varieties to root rot in Dalian area, the resistance identification to root rot and agronomic traits evaluation of 18 kidney bean varieties were carried out by disease field experiments and inoculation experiments. The results showed that in the field experiments, all varieties showed disease symptoms, and the incidence had been increasing year by year; August Busy, Liannong Yufengjiadou and Liannong Delicacy No. 2 had the lightest incidence, the average disease indexes' for two years were 12.96, 13.70, and 15.19. In the inoculation experiments, there were 5 resistant (R) varieties, of which 3 showed significant differences in disease index compared to medium resistant varieties, including Liannong Yufengjiadou, Liannong Delicacy No. 2 and August Busy, the disease indexes' were 27.11, 28.44 and 28.89; there were 11 moderately resistant (MR) varieties, 2 susceptible (S) varieties, and no immune (I) and highly resistant (HR) varieties. Based on the experimental results, three resistant varieties were identified, Liannong Yufengjiadou, Liannong Delicacy No. 2 and August Busy not only have resistance to root rot, but also have excellent agronomic traits. They can be directly applied in production and can also be used as germplasm resources for improvement and utilization of root rot resistance.

Key words: Kidney bean; Germplasm resource; Root rot; Resistance

菜豆(*Phaseolus vulgaris* L.)是我国重要的食用豆类,营养丰富,蛋白质含量高,目前在我国种植面积约 50 000 hm²[1-3]。随着规模化种植年限的增加,菜豆根腐病呈逐年加重趋势,严重制约了菜豆的产量和品质。研究表明,我国部分菜豆种植区由根腐病引起的产量损失高达 84%^[4],因此,对菜豆根腐病的防治具有紧迫性和必要性。菜豆根腐病主要由半知菌亚门镰孢属的 *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli*

引起,在植株生长的各个时期均可侵染。菜豆发病初期常表现为植株矮小,在茎基部和主根上部出现边缘不明显的红褐色斑块,后期变成暗褐色至黑褐色;到植株开花结荚期,叶片自下向上逐渐变黄枯萎,但一般不脱落;病情继续发展时,主根开始腐烂而不生发侧根,严重时主根全部腐烂,茎叶枯萎,植株死亡^[5]。目前对菜豆根腐病的防治主要有两种方法:一种是以拌种、浸种、包衣和灌根等为主的药剂

收稿日期:2023-11-22;修回日期:2024-04-10

基金项目:科学技术部星火计划办公室资助项目(2015GA651001)

作者简介:曾 岩,女,高级农艺师,专业方向为菜豆育种。E-mail:84876651@qq.com

通信作者:郭建华,女,研究员,专业方向为菜豆育种。E-mail:gjhlxd@sina.com

防治^[6-8],该防治方法具有一定的效果,但存在防治成本高、环境污染和食品安全风险等问题;另一种是选育抗病品种,该方法可有效地避免药剂防治引发的问题。因此选择抗病品种是目前防治菜豆根腐病最经济、安全和有效的手段。因此,研究人员开展了菜豆种质资源鉴定相关方面的研究。王素^[9]对60个菜豆品种进行根腐病抗性鉴定,筛选出6个抗病品种;郭宝德等^[10]针对山西菜豆根腐病发病严重的情况,鉴定了106份种质资源,筛选出高抗资源9份,抗级资源25份;向娟等^[11]对39份豇豆种质进行根腐病抗性分析,筛选出高抗材料1份,抗级材料3份。大连地区为菜豆的重要种植区域,重茬问题突出,根腐病逐年加重,严重影响该地区菜豆的优质高效生产。鉴于此,笔者收集市场常见品种并引进部分品种共18个,通过病田试验观察和人工接种试验鉴定,明确供试品种对大连地区根腐病病原菌的抗性差异,为筛选适宜大连地区种植的抗病品种和创制新的种质资源奠定基础。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

供试材料部分为大连市现代农业生产发展服务中心自育的品种,另一部分引自其他科研院所及从种子公司购买的优良品种。具体品种名称及来源见表1。病田试验在大连市现代农业生产发展服务中心试验基地进行,为多年发生菜豆根腐病的病田,接种用的菜豆根腐病菌由试验基地的病株分离、纯化而来。

1.2 试验设计

1.2.1 农艺性状调查试验 试验于2021年7—9月在大连市现代农业生产发展服务中心露地进行,采用高畦双行直播,穴行距30 cm×60 cm,每穴3粒种子,每个品种10穴。8月下旬调查花色,9月上旬调查豆荚性状。

1.2.2 病田试验 试验于2021—2022年7月下旬在大连市现代农业生产发展服务中心露地进行,采用高畦双行直播,穴行距30 cm×60 cm,每穴3粒种

表1 供试品种名称及来源

Table 1 Name and source of the test varieties

编号 Number	品种名称 Variety name	来源 Source
1	白棒豆 Baibang Bean	中国农业科学院 Chinese Academy of Agricultural Sciences
2	秋抗1号 Qiukang No. 1	中国农业科学院 Chinese Academy of Agricultural Sciences
3	白水四季豆 Baishui Bean	中国农业科学院 Chinese Academy of Agricultural Sciences
4	双季豆 Double Season Bean	中国农业科学院 Chinese Academy of Agricultural Sciences
5	一挂鞭 Yi Guabian	中国农业科学院 Chinese Academy of Agricultural Sciences
6	白莲花 White Lotus	中国农业科学院 Chinese Academy of Agricultural Sciences
7	哈菜豆6号 Hacaidou No. 6	哈尔滨农业科学院 Harbin Academy of Agricultural Sciences
8	八月忙 August Busy	中国农业科学院 Chinese Academy of Agricultural Sciences
9	将军油豆王 General Oil Bean	致富源种业有限公司 Zhifu Yuan Seed Industry Co., Ltd
10	中华绿霸油豆 Chinese Green Oil Bean	吉林省新华种业有限公司 Jilin Xinhua Seed Industry Co., Ltd
11	大马掌 Big Horseshoe	致富源种业有限公司 Zhifu Yuan Seed Industry Co., Ltd
12	航天1号(美国红) Spaceflight No. 1(America Red)	富芳农业科技有限公司 Fufang Agricultural Technology Co., Ltd
13	航天2号(泰国豆) Spaceflight No. 2(Thai Bean)	富芳农业科技有限公司 Fufang Agricultural Technology Co., Ltd
14	金粒丰 Jinlifeng	大连市现代农业生产发展服务中心 Dalian Modern Agricultural Production Development and Service Center
15	连农架豆36号 Liannongjiadou No. 36	大连市现代农业生产发展服务中心 Dalian Modern Agricultural Production Development and Service Center
16	连农玉丰架豆 Liannong Yufengjiadou	大连市现代农业生产发展服务中心 Dalian Modern Agricultural Production Development and Service Center
17	连农美味2号 Liannong Delicacy No. 2	大连市现代农业生产发展服务中心 Dalian Modern Agricultural Production Development and Service Center
18	连农923 Liannong 923	大连市现代农业生产发展服务中心 Dalian Modern Agricultural Production Development and Service Center

子,每个处理播10穴,共30株,小区面积1.8 m²,3次重复,随机区组设计。当少量植株开始表现出生长不良等发病症状时,调查根腐病发病情况,用铁锹深挖,尽量保证根的完整性,用清水冲洗根部,调查30株幼苗的发病情况。由于田间抗性受环境条件影响较大,试验设2次重复。

1.2.3 接种试验 病原菌制备:将采集回来的病株取病健交界处组织接入马铃薯葡萄糖培养基,孢子长出后参考方中达^[12]的稀释纯化法进行单孢分离、纯化培养,用马铃薯胡萝卜琼脂培养基低温保存,接种前用血球计数器配制成浓度为10⁵个·ml⁻¹的孢子悬浮液。

接种方式参考方中达^[12]的土壤接种法。试验于2022年3月在大连市现代农业生产发展服务中心温室内进行,温室内温度保持18~29℃。菜豆采用50孔营养土穴盘育苗,规格54 cm×28 cm×4.5 cm,营养土提前用上海医用核子仪器厂生产的YQX·SG41-280型电热手提压力蒸汽消毒器杀菌。播种时每个穴内放1粒粒大饱满的种子,每个品种25粒,3次重复,随机区组设计。在种子表面喷洒孢子悬浮液,每个穴盘约300 mL,覆土后再次喷洒孢子悬浮液200 mL。铺上地膜,起拱架,盖棚膜,当有80%以上种子露芽时去除地膜。棚膜09:00掀起,15:00覆盖,植株长出2片三出复叶时小心拔出幼苗,用水冲洗根部,调查25株幼苗的发病情况。

1.3 测定指标及方法

1.3.1 农艺性状的调查 在植株生长过程中,观察记录每个品种的株型、花色、荚色、荚形、种子颜色及形状;在采收期掰开嫩荚,腹缝线处有丝状纤维束记为有筋,无纤维束记为无筋;中果皮形成革质膜记为硬荚,不形成革质膜记为软荚^[13]。

1.3.2 病情指数的测定 不同研究者的病情指数分级标准略有差异,Naseri等^[14]根据菜豆根表面变色程度、病斑所占面积,将发病情况分为0~5级6个级别;Fawy等^[15]根据病斑长度和病斑所占面积将发病情况分为1~5级5个级别;Schneider等^[16]考虑到了病斑的大小及根减少的百分比,将发病情况分为1~6级6个级别;王春玲等^[17]根据大豆主根变色程度、能否继续生长和须根的有无将大豆根腐病发病情况分为5个级别。菜豆主根受到侵染时,侧根的生长会受到影响,因此,在划分发病级别时,除了病斑数量,同时将主根能否继续生长、须根数量纳入评价因素,参考以上标准,笔者对菜豆根腐病的发病级别作如下划分:0级,未发病;1级,主根表面

有零星病斑,须根无病斑;3级,主根和须根表面均有病斑,植株正常生长;5级,主根能继续生长,须根数量减少;7级,主根变黑,不能继续生长,须根明显减少,地上部生长不良;9级,主根缢缩,须根脱落,植株死亡。

根据分级标准判定植株的发病级别,计算供试品种的病情指数(DI)。病情指数= $\sum(\text{总株数} \times \text{最高级别}) / (\text{病株数} \times \text{发病级别}) \times 100$ 。

1.3.3 抗性级别划分标准 品种抗性级别以接种试验中测定的病情指数为依据^[10],免疫(I),DI=0;高抗(HR),DI≤20;抗病(R),20<DI≤40;中抗(MR),40<DI≤60;感病(S),60<DI≤80;高感(HS),DI>80。

1.4 数据处理

采用Microsoft Excel 2017进行数据处理和作图,采用SPSS 19.0进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 供试品种农艺性状调查

18个菜豆品种的农艺性状详见表2。供试品种1~7号为引进品种,除了哈菜豆6号为矮生,硬荚,其余品种均为蔓生,软荚,均适合作为食荚类品种栽培,但荚色和口感还需经过市场检验。8~18号为市场常见品种,将军油豆王、中华绿霸油豆、大马掌嫩荚绿色带红色条纹,宽扁条形,无筋软荚,品质极佳;航天1号、航天2号绿色长圆棍形,无筋软荚;金粒丰、连农玉丰架豆、连农架豆36号、连农923白绿色或绿色,扁圆棍或圆棍形,有筋软荚;八月忙嫩荚紫色,扁条形,有筋软荚;连农美味2号嫩荚绿色带紫色条纹,扁圆棍形,有筋软荚。

2.2 供试品种田间发病情况调查

18个菜豆品种在田间均发病,但品种间感染情况存在差异(表3)。其中,2年平均病情指数较低的是八月忙、连农玉丰架豆和连农美味2号,病情指数分别为12.96、13.70和15.19,与其他品种呈显著差异。平均病情指数最高的是秋抗1号,达47.41,其次为白水四季豆,病情指数39.63,二者显著高于其他品种。2022年发病情况较2021年严重,说明重茬地的病原菌危害逐年加重。

2.3 供试品种接种试验发病情况调查

接种试验结果如表4所示,供试材料病情指数均大于20,无免疫(I)和高抗(HR)品种;抗性(R)品种5个,分别为连农玉丰架豆、连农美味2号、八月

表2 供试品种农艺性状
Table 2 Agronomic characters of the test varieties

编号 Number	品种名称 Variety name	株型 Plant type	花色 Flower color	嫩荚 Tender pod				种子 Seed	
				荚色 Pod color	荚形 Pod shape	束状纤维 Bundle fibre	革质膜 Hard membrane	种子颜色 Seed color	种子形状 Seed shape
1	白棒豆 Baibang Bean	蔓生 Trail	白色 White	绿色 Green	圆棍形 Rod-shaped	有筋 Yes	软荚 No	白色 White	长扁圆形 Flat oval shape
2	秋抗1号 Qiukang No. 1	蔓生 Trail	白色 White	绿色 Green	圆棍形 Rod-shaped	有筋 Yes	软荚 No	白色 White	长扁圆形 Flat oval shape
3	白水四季豆 Baishui Bean	蔓生 Trail	白色 White	绿色 Green	圆棍形 Rod-shaped	有筋 Yes	软荚 No	黄色 Yellow	长扁圆形 Flat oval shape
4	双季豆 Double Season Bean	蔓生 Trail	白色 White	绿色 Green	扁条形 Flat strip	有筋 Yes	软荚 No	黄色 Yellow	长扁圆形 Flat oval shape
5	一挂鞭 Yi Guabian	蔓生 Trail	白色 White	绿色 Green	扁条形 Flat strip	有筋 Yes	软荚 No	褐色带花纹 Brown striped pattern	椭圆形 Oval
6	白莲花 White Lotus	蔓生 Trail	紫色 Purple	白色带红润 White with red shading	扁条形 Flat strip	有筋 Yes	软荚 No	粉色带条纹 Pink striped pattern	扁圆形 Oblate
7	哈菜豆6号 Hacaidou No. 6	矮生 Dwarf	紫色 Purple	绿色带红色条纹 Green with red stripes	扁条形 Flat strip	无筋 No	硬荚 Yes	褐色带花纹 Brown striped pattern	椭圆形 Oval
8	八月忙 August Busy	蔓生 Trail	绿色带紫润 Green with purple shading	紫色 Purple	扁条形 Flat strip	有筋 Yes	软荚 No	黑色 Black	长扁圆形 Flat oval shape
9	将军油豆王 General Oil Bean	蔓生 Trail	紫色 Purple	绿色带红色条纹 Green with red stripes	宽扁条形 Wide flat strip	无筋 No	软荚 No	褐色带花纹 Brown striped pattern	扁圆形 Oblate
10	中华绿霸油豆 Chinese Green Oil Bean	蔓生 Trail	紫色 Purple	绿色带红色条纹 Green with red stripes	宽扁条形 Wide flat strip	无筋 No	软荚 No	褐色带花纹 Brown striped pattern	椭圆形 Oval
11	大马掌 Big Horseshoe	蔓生 Trail	紫色 Purple	绿色带红色条纹 Green with red stripes	宽扁条形 Wide flat strip	无筋 No	软荚 No	紫色带花纹 Purple striped pattern	扁圆形 Oblate
12	航天1号(美国红) Spaceflight No. 1 (America Red)	蔓生 Trail	白色 White	绿色 Green	长圆棍形 Long rod- shaped	无筋 No	软荚 No	褐红色 Maroon	长圆形 Oblong
13	航天2号(泰国豆) Spaceflight No. 2 (Thai Bean)	蔓生 Trail	白色 White	绿色 Green	长圆棍形 Long rod- shaped	无筋 No	软荚 No	暗红色 Dark red	长圆形 Oblong
14	金粒丰 Jinlifeng	蔓生 Trail	白色 White	白绿色 White green	扁圆棍形 Flat rod- shaped	有筋 Yes	软荚 No	白色 White	长扁圆形 Flat oval shape
15	连农架豆36号 Liannongjiadou No. 36	蔓生 Trail	白色 White	绿色 Green	扁圆棍形 Flat rod- shaped	有筋 Yes	软荚 No	白色 White	扁圆形 Oblate
16	连农玉丰架豆 Liannong Yufengjiadou	蔓生 Trail	白色 White	白绿色 White green	圆棍形 Rod-shaped	有筋 Yes	软荚 No	白色 White	长圆形 Oblong
17	连农美味2号 Liannong Delicacy No. 2	蔓生 Trail	紫色 Purple	绿色带紫色条纹 Green with purple stripes	扁圆棍形 Flat rod- shaped	有筋 Yes	软荚 No	灰色 Grey	长圆形 Oblong
18	连农923 Liannong 923	蔓生 Trail	白色 White	白绿色 White green	扁圆棍形 Flat rod-shaped	有筋 Yes	软荚 No	白色 White	长扁圆形 Flat oval shape

表 3 2021—2022 供试品种病田试验结果
Table 3 Field experimental result of test varieties in 2021 and 2022

编号 Number	品种名称 Variety name	2021 年病情指数 Disease index in 2021	2022 年病情指数 Disease index in 2022	平均病情指数 Average disease index
1	白棒豆 Baibang Bean	20.74 de	28.15 e	24.44 ef
2	秋抗 1 号 Qiukang No. 1	45.19 a	49.63 a	47.41 a
3	白水四季豆 Baishui Bean	38.52 b	40.74 b	39.63 b
4	双季豆 Double Season Bean	19.26 ef	25.93 ef	22.59 f
5	一挂鞭 Yi Guabian	20.00 ef	24.44 f	22.22 f
6	白莲花 White Lotus	24.44 cd	27.41 ef	25.93 ef
7	哈菜豆 6 号 Hacaidou No. 6	22.22 cde	28.89 e	25.56 ef
8	八月忙 August Busy	11.11 i	14.81 h	12.96 g
9	将军油豆王 General Oil Bean	22.96 cde	37.78 bc	30.37 cd
10	中华绿霸油豆 Chinese Green Oil Bean	22.22 cde	33.33 d	27.78 de
11	大马掌 Big Horseshoe	22.96 ced	37.78 bc	30.37 cd
12	航天 1 号(美国红) Spaceflight No. 1 (America Red)	20.74 de	34.07 cd	27.41 ef
13	航天 2 号(泰国豆) Spaceflight No. 2 (Thai Bean)	15.56 gh	33.33 d	24.44 de
14	金粒丰 Jinlifeng	17.04 fg	34.81 cd	25.93 ef
15	连农架豆 36 号 Liannongjiadou No. 36	25.93 c	37.04 cd	31.48 c
16	连农玉丰架豆 Liannong Yufengjiadou	12.59 hi	14.81 h	13.70 g
17	连农美味 2 号 Liannong Delicacy No. 2	11.85 i	18.52 g	15.19 g
18	连农 923 Liannong 923	25.93 c	35.56 cd	30.74 cd

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。下同。

Note: Different small letters in the same column represent significant difference at 0.05 level. The same below.

忙、将军油豆王和白棒豆,病情指数在 20~40 之间,前 3 个品种与中抗品种呈显著差异,而将军油豆王和白棒豆与中抗品种中的航天 1 号差异不显著;中

抗(MR)品种 11 个,病情指数在 40~60 之间;感病(S)品种 2 个,为秋抗 1 号和白水四季豆,病情指数在 60~80 之间,与中抗品种均呈显著差异;无病情

表 4 供试品种接种试验结果
Table 4 Inoculation experimental result of test varieties

编号 Number	品种名称 Variety name	病情指数 Disease index	抗性级别 Resistant level
1	白棒豆 Baibang Bean	38.67 g	R
2	秋抗 1 号 Qiukang No. 1	64.44 a	S
3	白水四季豆 Baishui Bean	62.67 a	S
4	双季豆 Double Season Bean	48.44 cd	MR
5	一挂鞭 Yi Guabian	49.33 cd	MR
6	白莲花 White Lotus	58.22 b	MR
7	哈菜豆 6 号 Hacaidou No. 6	50.22 c	MR
8	八月忙 August Busy	28.89 h	R
9	将军油豆王 General Oil Bean	37.78 g	R
10	中华绿霸油豆 Chinese Green Oil Bean	45.78 de	MR
11	大马掌 Big Horseshoe	43.11 ef	MR
12	航天 1 号(美国红) Spaceflight No. 1 (America Red)	40.44 fg	MR
13	航天 2 号(泰国豆)Spaceflight No. 2 (Thai Bean)	47.11 cd	MR
14	金粒丰 Jinlifeng	42.22 ef	MR
15	连农架豆 36 号 Liannongjiadou No. 36	55.56 b	MR
16	连农玉丰架豆 Liannong Yufengjiadou	27.11 h	R
17	连农美味 2 号 Liannong Delicacy No. 2	28.44 h	R
18	连农 923 Liannong 923	43.11 ef	MR

指数高于80的高感(HS)品种。

3 讨论与结论

笔者通过病田试验和接种试验两种方式,比较了18个菜豆品种对根腐病的抗性水平。由于田间抗性表示水平抗性,体现品种对病原菌的多个生理小种均有一定的抗性,因此即使生理小种发生变化,抗病性依然能够保持;接种抗性表示垂直抗性,体现品种对某一生理小种的抗性,优点是指标明确,容易测定,能够比较准确地反映品种的抗性水平^[12]。在病田试验中,八月忙、连农玉丰架豆和连农美味2号2年平均病情指数较低且与其他品种呈显著差异,表现出稳定的抗病能力,说明这3个品种具有一定的水平抗性。在接种试验中,达到了抗病级别且与其他品种呈显著差异的品种有3个,分别为连农玉丰架豆、连农美味2号和八月忙,与病田试验的鉴定结果一致。这与王素^[9]的试验结果有一定差异,其鉴定出抗性资源6份,包括白水四季豆、白棒豆、一挂鞭和双季豆,但这4个品种在本试验中只有白棒豆达到抗性级别,双季豆和一挂鞭仅为中抗,白水四季豆为感病品种。试验产生差异的原因可能是:第一,地区差异导致病原菌生理小种不同;第二,同一地区生理小种发生变化;第三,受生长环境影响。避免品种丧失抗病力的方法主要是选用含有数个垂直抗病基因的复合抗病品种或具有水平抗性的品种。目前,我国抗根腐病种质资源较为稀缺,需要扩大资源鉴定范围或引进国外菜豆资源,挖掘抗性材料,同时加强对已经鉴定为抗性资源的利用和改良。

综合田间试验和接种试验结果,鉴定出抗病品种3个:连农玉丰架豆、连农美味2号和八月忙。3个菜豆品种均为大连当地品种,对根腐病抗性较强,且具有良好的农艺性状,既可以直接用于生产,也可以作为抗根腐病种质资源进行改良和利用。

参考文献

- [1] 雷蕾.普通菜豆核心种质遗传结构及多样性研究[D].北京:中国农业科学院,2018.
- [2] 封槐松.中国豆类生产现状及发展前景[J].国际农产品贸易,2004(89):16-17.
- [3] 谭斌,任保中.中国食用豆类资源深度开发利用的思考[C]//中国粮油学会,中国农业大学,日本美味技术研究会.稻米品质测控及美味技术——2006中日学术研讨会论文集,2006:130-135.
- [4] 陈利民,吴倩倩,何天骏,等.寡糖·链蛋白浸种对菜豆根腐病的防控效果[J].浙江农业科学,2021,62(10):2030-2033.
- [5] 刘森,杨怀亮.日光温室芸豆根腐病药剂防治试验[J].现代农业科技,2009(15):131.
- [6] 刘铜,申永强,刘震,等.3种种衣剂对芸豆根腐病的防治效果[J].植物保护,2017,43(2):216-219.
- [7] 刘丽娟,孙宝山.棉隆、根病灵防治菜豆根腐病及辣椒和甜椒疫病的药效试验[J].辽宁农业科学,1999(1):11-13.
- [8] 孟凡亮,刘金凤.菜豆根腐病发生规律与防治技术[J].山东农业科学,1995(1):35-36.
- [9] 王素.菜豆资源根腐病和病毒病的抗性鉴定简报[J].作物品种资源,1994(3):40.
- [10] 郭宝德,白琪林,冀丽霞,等.芸豆种质资源抗根腐病鉴定[J].山西农业科学,2016,44(10):1522-1525.
- [11] 向娟,张河庆,席亚东,等.39份豇豆种质对根腐病的抗性分析[J].中国瓜菜,2023,36(2):61-65.
- [12] 方中达.植病研究方法[M].北京:中国农业出版社,1979.
- [13] 岳彬.菜豆栽培技术[M].天津:天津科学技术出版社,1989.
- [14] NASERI B. Root rot of common bean in Zanjan, Iran: major pathogens and yield loss estimates[J]. Australasian Plant Pathology, 2008, 37: 546-551.
- [15] EI-FAWY M M, AHMED M M. Effect of seed treatments with plant growth regulators on reducing damping-off and root rot diseases in common bean under greenhouse conditions[J]. Journal of Phytopathology and Pest Management, 2017, 4(1): 78-79.
- [16] SCHNEIDER K A, KELLY J D. A greenhouse screening protocol for Fusarium root rot in bean[J]. HortScience, 2000, 35(6): 1095-1098.
- [17] 王春玲,耿肖兵,黄铭慧.一种引起大豆根腐病的尖镰孢致病性苗期鉴定方法[J].东北农业科学,2015,40(3):69-72.