

## 22 份菜豆( *Phaseolus vulgaris* L.) 种质健康研究

王建华<sup>1</sup> Tylkowska K.<sup>2</sup>

(1. 中国农业大学 农学与生物技术学院,北京 100094; 2. 波兰 波兹南农业大学 种子科学系)

**摘要** 通过使用干检和吸水纸培养 2 种方法,对种皮为无色素组和有色素组的 22 份菜豆种质进行了健康检测研究。结果表明,肉眼可检测菜豆种子外观病害症状为虫蛀、皱缩、畸形和种皮变色。吸水纸培养检测发现在 22 份材料中共携带可知真菌 11 种,互隔交链孢霉(*Alternaria alternata*),镰刀菌属(*Fusarium* spp.),青霉属(*Penicillium* spp.),根霉属(*Rhizopus* spp.)存在于绝大多数的供试材料中。种皮有色的种子真菌携带种类和感染百分率均低于白色种皮的种子。种子畸形和皱缩严重影响种子的发芽成苗能力。肉眼检测菜豆种子外观健康结果可作为有效指标来判定种质的健康状况。

**关键词** 菜豆;种质;种子健康

中图分类号 S 565.102.4

文章编号 1007-4333(2003)05-0055-06

文献标识码 A

### Health evaluation on 22 accessions of common bean germplasm seed

Wang Jianhua<sup>1</sup>, Tylkowska K.<sup>2</sup>

(1. College of Agronomy and Biotechnology, China Agricultural University, Beijing 100094, China;

2. Department of Seed Science and Technology, Pozana Agricultural University, Poland)

**Abstract** The health evaluation of 22 accessions of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) was carried out in the laboratory based on dry examination and rolled blotter test. According to seed coat pigmentation, all accessions were divided into unpigmented and pigmented groups. Insect injuries were most frequently present on unpigmented accession seed coat. Malformation, shrivelling, discoloration and spots were found in both unpigmented and pigmented accessions. Pigmented seed accessions had a lower proportion of seeds with various symptoms and disorders. Eleven genera and species of fungi were detected in all accessions. *Rhizopus* spp. was the most frequent genus present in all accessions, followed by *Fusarium* spp. and *Penicillium* spp. The incidence of *Alternaria alternata* was also high, eight of eleven unpigmented accessions tested were infested with this species. *Colletotrichum lindemuthianum* was found to occur only in seeds of PRESENTA. The incidence of microorganisms was higher in unpigmented accessions than pigmented accessions. Capacity of seed germination was influenced by malformation and shrivelling. The results of visual examination could serve as parameters indicating seed health status of common bean seeds and provide guides to handling germplasm accessions.

**Key words** common bean; germplasm; seed health

种质资源的收集保存和交换利用是植物遗传改良的重要基础。在各级种质贮藏库中,以种子形式保存交流的种质达到 90% 以上<sup>[1]</sup>。伴随着种质资源的广泛交流,种子携带的病原菌也随之广泛扩散<sup>[1~4]</sup>。因此对种质资源的健康研究是种子科学的重要研究内容,在世界发达国家得到广泛关注并迅速发展。目前国际最新发展趋向是:1) 对种质进行

健康研究,建立并制定符合自身国情的种子健康的质量标准,如美国、瑞典、印度等许多国家已于 1988 年制定了农作物种传病害种子携带最高允许限制标准;2) 建立全球和地区的种传病害信息网络体系,发展种子健康测定新技术、新方法,种子健康研究已引起世界各国的日益重视。

我国在种子的健康研究方面,到目前为止,还未

收稿日期:2003-06-02

作者简介:王建华,副教授,主要从事种子科学理论与技术研究,E-mail:Wongjh63@cau.edu.cn

见对种质资源进行健康研究的报道。虽然我国从远古时期即有种子处理技术,种子病理学也得到了一定的发展,但是在种子健康研究方面还未引起足够重视<sup>[5]</sup>。随着我国植物新品种培育,种子生产以及种子贸易的迅速发展,对种子资源以及商品种子进行健康研究成为非常重要的研究内容。同时农业的可持续发展与食品安全生产,也要求对作物生产的源头投入品种子加强健康研究,并积极推广实施种子健康检测技术<sup>[6,7]</sup>。

菜豆作为重要的蔬菜,其种质资源的收集贮藏受到许多国家的重视,有效检测菜豆种子健康的研究方法也初步形成<sup>[8]</sup>。鉴于菜豆种子贮藏特性<sup>[9]</sup>,进一步对贮藏菜豆种质资源进行健康研究,对种质的长期贮存、分发、交换,促进菜豆育种健康发展具有非常重要的意义。本研究利用吸水纸培养法与肉眼干种子检测法,对波兰国家种质库中的22份菜豆种质资源进行了种子健康研究,探讨了在最大量保持种质数量的基础上,控制种传病害的可能性,同时也期望为我国的种子健康研究起到抛砖引玉的作用。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

来源于波兰国家种质库的22份菜豆种子材料(表1),按种皮颜色划分为2组。种皮颜色呈白色的为无色素组,其余种皮颜色呈褐色、黄色、绿色、红色、紫色等为种皮有色素组。

### 1.2 种子外观检查

按照随机取样方法,每一处理4个重复,各50粒种子。肉眼检测将干种子逐粒放在白纸上检出病粒,归类,计算百分率。病粒置于5~10倍的放大镜或20~80倍的体视显微镜下进行病症识别记录<sup>[8]</sup>。

### 1.3 种子带菌鉴定

按照ISTA(1996)颁布种子健康检验方法,每个材料4个重复,各50粒种子。将340 mm ×400 mm吸水纸4层用灭菌水浸湿,干种子经1%的次氯酸钠浸种消毒10 min,无菌水冲洗3遍,灭菌纸将种子表面水分吸干,种子间距2 cm均匀的排列于纸上,吸水纸卷成筒状,用消毒黑色塑料袋包裹,20℃培养。培养7 d后,检查种子带菌状况,并在生物显微镜下观察鉴定,对不能直接鉴定,或培养但未长出孢

子的种子移入培养皿,置于12 h NUV和12 h黑暗交替处理的条件下,继续培养至14 d,诱导孢子后进行鉴定<sup>[10~12]</sup>。

### 1.4 检查发芽率

对材料较多的菜豆种质进行种子发芽试验。按照ISTA(1996)颁布种子发芽试验方法,每个供试材料4个重复,各50粒种子。将340 mm ×400 mm的吸水纸4层用灭菌水浸湿,干种子用1%的次氯酸钠溶液浸种消毒10 min,无菌水冲洗3遍,灭菌纸将种子表面水分吸干,种子间距2 cm均匀的排列于纸上,吸水纸卷成筒状,25℃培养,发芽后分别于5和9 d统计发芽种子数,并检测正常幼苗数<sup>[13]</sup>。

### 1.5 数据处理

所有数据根据 $Y = \arcsin[\sqrt{(x/100)}]$ 进行转换,并进行Duncan's多重比较分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 种子外观检查

在无色素组中,11个样本中有9个样本的50%以上呈现各种病虫害危害症状(表1)。虫蛀侵害(*Lygus* and *Orthops* spp.)、种皮变色和种皮上有各色污点、斑点的种子广泛存在于各个样本中。FRENCH FIELD DECIBEL和SLOKAR 461中81%的种子带有各种病症。在DERBY、KORONA和ZAM 28样品中检测到畸形、种皮皱缩、种皮上有斑点及种皮变色畸形的症状。其余样本均存在不同程度的虫蛀侵害。BES 015有24.5%的种子受到虫蛀侵害,ZAM 83有52%的种子受到虫蛀侵害。无色素种子受到虫蛀侵害的现象非常严重。

与无色素种子相比,有色素组种子比无色素组种子的病粒百分率低,仅有5个样本带病虫害危害症状,比率超过总数的50%(表1)。此外,在有色素组种子中,种子受虫蛀侵害程度较轻,仅有4个样本受到*Lygus*和*Orthops* spp.的损害。SLOSIT 123无任何病虫害危害症状,SLOKAR 460和UKAR 314仅有部分种子畸形和皱缩,在E 4426和SLOKAR 427A仅观察到部分种子有皱缩现象。有色素组种子带病症种子百分率低于无色素组种子,种子外观健康度高。

### 2.2 种子带菌检测结果

2.2.1 病原菌种类 经过肉眼检测不带病症的健康种子在通过吸水纸培养后,均可检出有不同的真

菌,不同真菌在不同来源菜豆种子中感染和分布的情况不同。检验结果表明,受检 22 份材料全部带菌,经鉴别共计 13 个属种的真菌,即:互隔交链孢霉 *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler,灰葡萄孢 *Botrytis cinerea* (Pers. ex Pers),枝孢霉属 *Cladosporium* spp.,豆刺盘孢 *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. and Magn.) Bri et Cav.,附球菌属 *Epicoccum purpurascens* (Ehrenb. ex Schlecht),镰刀菌属 *Fusarium* spp.,毛霉属 *Mucor* spp.,青霉属 *Penicillium* spp.,丝核菌

*Rhizoctonia* spp.,根霉属 *Rhizopus* spp.,木霉属 *Trichoderma* spp. 及部分未长孢子真菌和细菌。在这些真菌中有田间真菌也有贮藏真菌。*Fusarium* spp. 和 *Rhizopus* spp. 几乎存在于所有的受检材料中。22 个样本中有 21 个样本被 *Fusarium* 侵染,有 22 个样本被 *Rhizopus* 侵染。贮藏真菌 *Penicillium* 也广泛存在,共计 19 个样本被侵染,其次有 14 个样本被可引起种皮变色的 *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler 侵染(表 2)。

表 1 菜豆种子外观检测病虫危害症状结果

Table 1 Symptoms and disorders detected by visual examination in common bean seeds

菜豆名称	病虫危害率/ %	病虫危害症状描述
无色组		
BES 015	24.5 a	少数虫蛀
BES 040	53.0 b	虫蛀,有淡黄色、黑色污点
DERBY	51.5 b	畸形,皱缩
E 4431	49.0 b	虫蛀,种皮呈灰绿色,有棕色污点
FRENCH FIELD DECIBEL	81.0 d	虫蛀,破裂,种皮灰绿,有棕黑污点
KORONA	53.5 b	虫蛀,畸形,皱缩,棕紫色种皮,有黑色污点
PRESENTA	55.0 b	少数虫蛀,黄色种皮
SLOKAR 461	81.0 d	虫蛀,破裂,灰种皮,有棕色污点
UKR 277	68.5 c	虫蛀,有黑色污点
ZAM 28	55.5 b	破裂,皱缩,种皮发黑
ZAM 83	52.0 b	虫蛀
有色组		
BES 058	39.5 d	虫蛀,种皮发黑
E 4426	30.5 c	虫蛀,皱缩,种皮无光泽
SLOKAR 427A	68.7 fg	皱缩,种皮棕色污点
SLOKAR 460	80.0 g	畸形,皱缩,种皮无光泽和变色
SLOKAR 498	12.0 b	黑色污点、白色污点
SLOKAR 529	52.0 e	灰棕色种皮,黑色污点
SLOSIT 123	0.0 a	无可见病症
UKAR 024	17.0 b	黑色污点,白色污点
UKAR 260A	28.5 c	虫蛀
UKAR 277	58.0 fe	虫蛀,黑色污点
UKAR 314	67.0 f	畸形,皱缩,灰色种皮

注:字母不同者差异显著 ( $P>0.05$ )。下同。

**2.2.2 种皮无色素组与有色素组菜豆种子病原菌携带情况** 22 份菜豆种子因种皮颜色的不同,携带的真菌种类和被侵染程度明显不同。其中在无色素组种子中 BES 040 和 ZAM 28 真菌携带量高达 10 种,KORONA 携带 8 种,其他 7 份菜豆种子真菌携带

量均在 5 种以上;在有色素组种子中样本的真菌携带种类、数量均低于无色素组种子,仅 UKAR 314 携带 9 种,UKAR 024 携带 7 种,其余的样本带菌种类都在 5 种或 5 种以下。22 份样本仅有 1 份种皮无色材料 PRESENTA 携带菜豆的重要危害性真菌豆刺盘

孢 *Colletotrichum lindemuthianum*。

在无色素组中不同材料种子的感染程度不同, PRESENTA 高达 91% 的种子带菌, 相反 DERBY、UKR277 和 ZAM28 感染程度较轻, 18% ~ 20% 的种

子带菌。在有色素组中, 种子感染程度显著低于无色素组种子, UKAR 260A 感染程度高, 达 88.5%, 而 SLOKAR 427A 仅有 1.5% 的种子带菌(表 2)。

表 2 菜豆种子带菌种类及侵染百分率

Table 2 Presence of microorganisms on unpigmented bean seeds as detected by blotter test

菜豆名称	<i>Alternaria alternata</i>	<i>Botrytis cinerea</i>	<i>Cladosporium</i> spp.	<i>Colletotrichum lindemuthianum</i>	<i>Epicoccum purpurascens</i>	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Mucor</i> spp.	<i>Penicillium</i> spp.	<i>Rhizoctonia</i> spp.	<i>Rhizopus</i> spp.	<i>Trichoderma</i> spp.	Unsporulated fungi	Bacteria	净种子百分率	不同样本带菌种类
无色种子															
BES 015	0 a	0.5 ab	0.5 ab	0 a	0 a	4.5 b	0 a	2.5 d	0 a	21.0 d	0 a	0 a	0.5 ab	75.0 f	6
BES 040	10.0 e	5.5 d	2.5 c	0 a	1.5 c	17.5 cd	4.0 c	1.5 c	0 a	15.5 b	1.0 c	0 a	2.5 c	55.5 d	10
DERBY	3.0 bc	0 a	0 a	0 a	0 a	53.5 g	0 a	0.5 ab	0 a	28.5 e	0 a	0 a	10.0 e	18.0 a	5
E 4431	1.5 b	0 a	0 a	0 a	6.5 d	0 a	0 a	48.5 g	0 a	13.5 ab	0 a	0 a	15.0 f	35.0 b	5
FRENCHFIELD ECIBEL	0 a	0.5 b	0 a	0 a	0 a	27.0 e	0 a	1.0 b	33.0 b	19.5 c	0 a	0 a	0 a	46.0 c	5
KORONA	3.5 c	0 a	0.5 ab	0 a	0 a	16.0 cd	0.5 b	6.5 e	0 a	18.5 c	0 a	2.0 b	7.5 d	44.0 c	8
PRESENTA	1.5 b	0 a	0 a	0.5 b	0 a	2.5 b	0 a	1.0 b	0 a	8.0 a	0 a	0 a	1.0 b	91.0 h	6
SLOKAR 461	2.0 b	0 a	0 a	0 a	0 a	19.0 d	0 a	0 a	0 a	19.5 c	0 a	0 a	1.0 b	68.0 e	4
UKR 277	0 a	0 a	0 a	0 a	0.5 b	33.5 f	0 a	2.5 d	0 a	46.0 g	0 a	0 a	14.5 f	19.0 a	5
ZAM 28	12.5 f	0.5 b	1.0 b	0 a	1.5 c	29.0 e	0.5 b	15.5 f	0 a	30.0 f	1.0 c	6.0 c	0 a	20.0 a	10
ZAM 83	6.5 d	1.0 c	0 a	0 a	0 a	11.5 c	0 a	5.0 e	0 a	14.5 b	0.5 b	0 a	0 a	85.5 g	6
平均数	8	5	4	1	4	10	3	10	1	11	3	2	8		
有色种子															
BES 058	1.5 b	0 a	0 a	0 a	0 a	1.0 ab	0 a	21.5 f	0 a	26.0 b	0 a	0 a	4.0 b	52.5 d	5
E 4426	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	8.5 e	0.5 b	2.0 b	0 a	43.0 d	0 a	0 a	7.5 c	43.0 c	5
SLOKAR 427A	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0.5 a	0 a	97.5 g	0 a	68.5 e	0 a	0 a	35.5 f	1.5 a	4
SLOKAR 460	1.0 b	0 a	0 a	0 a	0 a	4.0 c	1.0 c	19.0 e	0 a	29.0 c	0 a	0 a	12.5 e	57.5 e	6
SLOKAR 498	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	40.5 g	0 a	12.5 d	0 a	40.0 d	0 a	5.0 c	51.0 g	14.0 b	5
SLOKAR 529	11.0 d	0 a	0 a	0 a	0 a	14.0 f	0 a	0 a	0 a	69.0 e	0 a	0 a	11.5 e	51.5 d	4
SLOSIT 123	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0.5 a	0 a	2.0 b	0 a	39.5 cd	0 a	0 a	6.5 c	58.0 e	4
UKAR 024	4.0 c	0 a	2.0 b	0 a	0 a	4.0 c	0.5 b	6.5 c	0 a	35.5 c	0 a	0 a	8.5 cd	55.5 de	7
UKAR 260A	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	2.5 b	0 a	0.5 ab	0 a	10.5 a	0 a	0 a	0 a	88.5 g	3
UKAR 277	11.5 d	0 a	0 a	0 a	0 a	6.5 d	0 a	0 a	0 a	31.0 c	0 a	0 a	0 a	61.0 f	3
UKAR 314	2.5 b	1.0 b	1.5 b	0 a	0 a	3.5 bc	1.0 c	19.5 e	0 a	22.5 b	0 a	3.0 b	1.0 ab	57.5 e	9
平均数	6	1	2	0	0	11	4	9	0	11	0	2	9		

### 2.3 部分种质的发芽实验结果

对无色组菜豆种质中的 6 个材料进行了种子健康与发芽及成苗能力研究。结果表明, 所有种子均可发芽, 虫蛀种子也可正常发芽。但是不同外观健康状况与内在健康对种子发芽以及长成健壮苗的能

力影响很大(表 3)。如 FRENCH FIELD DECIBEL 带病虫危害种子高达 81%, 但是发芽种子数高达 68%, SLOKAR 461 带病虫危害种子也达到 81%, 发芽种子数为 66.5%, 与 FRENCH FIELD DECIBEL 无显著差异, 但是长成正常幼苗的能力不同, SLOKAR

461 正常幼苗占发芽种子的 64.5%。其他 4 个材料的种子病虫害率在 51.5% 与 55.5% 之间,但发芽种子数有显著差异,DERBY 的发芽种子数为 72%,显著高于其他 5 个材料,但是能够长成正常幼苗的

种子仅有 30.5%,其中死种子为 13.5%。ZAM 28 发芽种子为 23.5%,正常幼苗仅占发芽种子的 9%,其中死种子为 3.5%。

表 3 部分无色菜豆种质种子发芽与成苗能力

Table 3 Seed germination capacity and germplasm healthing of part unigmented common bean accessions %

菜豆	发芽势	发芽种子数	正常幼苗	畸形幼苗	死种子
BES 040	32.0 b	38.0 b	35.3 b	64.7 c	0
FRENCH FIELD DECIBEL	46.0 c	68.0 d	47.5 c	52.5 b	0
DERBY	69.5 d	72.0 e	30.5 b	56.0 c	13.5
SLOKAR 461	48.0 c	66.5 d	64.5 d	35.5 a	0
ZAM 28	19.0 a	23.5 a	9.0 a	87.5 d	3.5
ZAM 83	52.5 cd	59.5 c	47.0 c	53.0 b	0

### 3 讨论

1) 不同基因型的菜豆品种具有各自不同的抗病性。Gnoux 和 Messiaen 研究表明,种皮为黑色、红色、浅黄色和杂色的菜豆品种比种皮为白色的抗病性强<sup>[14]</sup>。本研究结果表明,有色素组种子比无色素组种子带菌种类及带菌量均低。可能的原因是种子在田间受侵染或抗病程度有异。无色种皮的种子对环境比较敏感,在种子成熟期、贮藏期和萌发期均易遭到微生物的侵害。同样种皮无色素种子更易遭受虫害,虫蛀的种子也同时易遭其他病原菌的侵害,是贮藏真菌的携带者。

2) 种皮及子叶的组织结构也影响种子的抗病能力<sup>[14~18]</sup>。种子外观或种皮上呈现的病虫害症状在某种程度上是种子健康与否的标志,病源主要来自于 2 个方面。一个是田间病原菌,种子在发育和生长过程中间受病原菌侵害,如常见的田间真菌 *Alternaria alternata*、*Cladosporium* spp.、*Epicoccum purpurascens*、*Fusarium* spp. 等。另一类就是在种子贮藏过程中生长的贮藏真菌 *Penicillium* spp. 与 *Aspergillus* spp.。这些真菌可引起种子变色发芽率降低甚至植物幼苗以及后期生长病害。许多研究证明,萝卜种皮上的灰白色病变与 *Raphanus sativus* 和 *Sinapis alba* 有关。这 2 种病原菌导致种皮软组织畸形,上皮组织破裂。大豆种皮的破裂和皱缩常常是因为在种子成熟期,尤其是在最后一二周的过速干燥造成的<sup>[16~18]</sup>。Pieta 研究指出成熟期的气候对种子的健康状况有很大的影响,在多雨和湿度较大的气候条

件下菜豆种子非常容易被病原菌侵害<sup>[18]</sup>。在本研究中,无色素组 DERBY、KORONA、ZAM 28 和有色素组 E 4426、SLOKAR 427A 和 UKAR 314 经检测种子被田间真菌与贮藏真菌严重侵害,种子病原菌携带种类和侵染百分率与种皮病症具有很强的相关性,种皮的皱缩和畸形是种子携带病原菌的外在标示,皱缩和畸形的程度与种子发芽成苗能力有相关关系。DERBY 与 ZAM 28 在种子外观健康中,均有皱缩现象存在,ZAM 28 种皮变黑,供检种子仅有 2 个具有正常幼苗。种皮皱缩和畸形严重影响种子长成正常幼苗的能力,可以用来衡量种子的健康状况,同时可

作为种子质量的外观控制指标。

3) Prijic, Jovanovic 和 Gamclicija 研究证明引起种皮变色的原因是综合的,不同颜色的病变常常和某些特定的病原菌有关联<sup>[19]</sup>。本研究结果表明,菜豆种皮上白灰色、粉色的病症常常是由于种子被 *Fusarium* spp. 侵染的标志。*Alternaria alternata* 也引起种子种皮变色。在 PRESENTA 上黑褐色的圆蚀斑与 *C. lindemuthianum* 有关,BES 040、DERBY、KORONA 及 ZAM 28 种皮上的黑色和浅黑的污斑与 *A. alternata* 的侵染有关。白灰色或水蚀印与 *Fusarium* spp. 有关。相反引起种子在萌发期间发软腐烂的 *Rhizopus* spp. 和贮藏真菌 *Penicillium* 在种皮上观察不到任何病症。

4) Neergaard 在 1979 年提出,没有病虫害症状的种子并不意味着种子不带菌。研究证明 SLOSIT 12 虽然经肉眼外观检测无任何病症,但经过培养检测种子携带 4 种病原菌。种子外观检测可作

为种子健康检验的快速手段,为全面反映种子的健康状态,对种子进行吸水纸培养检测也是必须的,发现有未能鉴定的未长孢子真菌,需要 PDA 进一步培养检测<sup>[8]</sup>。此外,为控制与减少种传病原菌的危害,对作为种质资源异地引进的种子,在第 1 年进行种子培养健康检验是非常必要的,对种子数量较少的材料可只进行外观检测,并进行消毒处理。在扩繁的第 2 年和第 3 年带有病虫害危害的种子必须舍弃。通过对国家库中部分菜豆种质健康的研究,现有种质库贮藏条件极不利于菜豆种质的保存利用,急需根据菜豆种子贮藏生理进行调整改进。

### 参 考 文 献

- [1] Fiebig M. The Phaseolus collection in Baranowo. Proceedings of the First All Polish Working Group Session on Bean Breeding and Seed Crops [C]. Baranowo, Poznan, Poland. 1992, 17~28
- [2] McGee D C. Plant pathogens and the world-wide movement of seeds [M]. Minnesota: APS Press St Paul, 1997, 1~16
- [3] Diekmann M. Seed health testing and treatment of germplasm at the International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA) [J]. Seed Science and Technology, 1988, 16:405~416
- [4] Hampton R O, Kraft J M, Muehlbauer F J. Minimising the threat of seed borne pathogens in crop germplasm: elimination of pea seedborne mosaic virus from the USDA-ARS germplasm collection of *Pisum sativum* [J]. Plant Disease, 1993, 77: 220~224
- [5] 龚月娟,李健强,靳乐山,等. 中国历代种子保健沿革 [J]. 中国农业科学, 2003, 36(4): 448~457
- [6] 王建华,何志昆,茹鲜. 健康度检验在种子检验中的重要性及其发展 [J]. 种子, 2002, (01): 41~43
- [7] 李经略. 市售蔬菜种子的健康状况及评价方法 [J]. 蔬菜, 1998, (06): 16
- [8] Tykowska K, Dorna H. The usefulness of two methods for detecting pathogenic fungi in common bean seeds [J]. Hodowla Roslin, 1990, 3(3~4): 101~110
- [9] 吴晓珍,傅加瑞. 不同贮藏条件下低水分处理对菜豆种子活力的影响 [J]. 种子, 1998, 04: 4~8
- [10] Malone J P, Muskett I E. Seed borne fungi, description of 77 fungus species [M]. Proceedings of the International Seed Testing Association. Wageningen: Holland, 1997
- [11] Barnett H L, Hunter B B. Illustrated genera of imperfect fungi [M]. Fourth edition, Macmillan Publishing Company. New York, NY, 1972, 258~276
- [12] Champion R. Identifier les champignons transmis par les semences [M]. Institut National De La Recherche Agronomique (INRA), 1997. 119~313
- [13] International Seed Testing Association. International Rules for Seed Testing [J]. Seed Science and Technology, 24 (supplement). 1996
- [14] Gnou J P, Messiaen C M. Pythium susceptibility and germination failure in common bean [J]. Agronomie, 1993, 13(4) 283~292
- [15] Asiedu E A, Powell A A. Comparison of the storage potential of cultivars of cowpea (*Vigna unguiculata*) differing in seed coat pigmentation [J]. Seed Science and Technology, 1998, 26(1): 211~221
- [16] Clear R M, Nowicki T W, Daun J K. Soybean seed discoloration by *Alternaria* spp. and *Fusarium* spp., effects on quality and production of fusariotoxins [J]. Canadian Journal of Plant Pathology, 1989, 11(9): 308
- [17] Legesse N, Powell A A. Relationship between the development of seed coat pigmentation, seed coat adherence to the cotyledons and the rate of imbibition during the maturation of grain legumes [J]. Seed Science and Technology, 1996, 24: 23~32
- [18] Pieta D. The influence of *Lygus* spp. on the health and yield of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) [C]. Phytopathologia Polonica, 1991, 13: 87~90
- [19] Prijic J, Jovanovic M, Glamoclija D. Germination and vigor of wrinkled and greenish soybean seed [J]. Seed Science and Technology, 1998, 26(2): 377~383