

DOI:10.11937/bfyy.201624026

# 中国南瓜苗期性状与白粉病抗性的关系

郭卫丽, 郭言言, 李新崢

(河南科技学院 园艺园林学院, 河南 新乡 453003)

**摘 要:**以中国南瓜材料自交系‘112-2’和“九江轿顶”为试材,通过测定2~4片真叶1心期的形态指标(叶长、叶宽、叶面积、茎长、茎粗)、叶绿素含量、气孔密度和病情指数,研究了南瓜不同的苗期性状与白粉病抗性的关系。结果表明:在2~3片真叶1心期,中国南瓜自交系‘112-2’叶面积、叶长、叶宽和病情指数分别略低于“九江轿顶”,而茎粗、茎长和气孔密度略高于“九江轿顶”,均无显著差异,叶绿素含量显著高于“九江轿顶”;植株长至4叶1心期,2种南瓜材料各形态指标(除茎粗外)、叶绿素含量、气孔密度和病情指数均存在显著差异;2~4叶1心期,自交系‘112-2’和“九江轿顶”材料分别与病情指数、气孔密度呈负相关,与叶绿素含量存在显著正相关;病情指数分别与叶绿素含量、气孔密度呈负相关。表明中国南瓜自交系‘112-2’的抗白粉病能力强于“九江轿顶”,与叶绿素含量、气孔密度存在正相关。

**关键词:**中国南瓜;形态指标;白粉病;叶绿素含量;气孔密度

**中图分类号:**S 642.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)24-0104-05

南瓜(*Cucurbita moschata* Duch.)属葫芦科南瓜属一年生草本植物,又名倭瓜、番瓜,原产美洲,现在世界各地均有栽培。南瓜于明嘉靖年间传入我国,其生长健壮,容易栽培,对环境的适应能力强,是营养丰富的保健蔬菜。现代研究表明,南瓜果肉中营养成分丰富而全面,除含有大量的碳水化合物外,还富含脂肪、蛋白质、南瓜多糖、果胶、葫芦巴碱、瓜氨酸、纤维素、胡萝卜素、维生素以及人体需要的多种矿物质等。南瓜含有降脂、降糖、防癌等多种功能性因子,南瓜种子中含有大量的蛋白质和脂肪酸,其中的药理成分对糖尿病等多种疾病和儿童益智健脑具有疗效,并且食疗效果良好,因此被用作营养保健食品和制药业原料<sup>[1]</sup>,此外,南瓜还可作砧木、饲料,并具有观赏价值<sup>[2]</sup>。南瓜已引起国际卫生组织和国内外研究人员的关注,尤其是高功能成分育种以

及新性状的研究<sup>[3]</sup>。

近年来,随着南瓜种植面积的加大,在南瓜产量提高的同时,化肥的大量投入,种植密度的提高也为病害的发生提供了条件,导致病害的面积逐渐加大,危害的程度日趋严重。其中白粉病是发病率较高,最为严重的一种病害,在南瓜的各个生长时期均有白粉病的危害,以生长中后期最为严重。白粉病主要侵染南瓜的叶片,叶柄和茎也有发病,由于叶表面被白色粉状物覆盖,而导致其光合作用受阻,严重时危及整个植株叶片,进而降低了南瓜的产量。

有研究认为,表皮细胞的蜡质层、角质层的厚度,表皮细胞壁的结构(木栓化、木质化、钙化和硅化的程度),以及气孔、水孔等自然孔口的形状、大小、位置等都会影响寄主植物的抗病性<sup>[4-6]</sup>。在南瓜材料的选育中,育种家希望选出综合性状优良的单株或自交系,提出了综合分析法以及改进的加权综合分析法等选择方法。然而,由于基因连锁与一因多效,考察的多个形状间通常存在一定的相关性<sup>[7]</sup>。因此,推测南瓜的形态指标对白粉病的抗性有一定影响,现以中国南瓜自交系‘112-2’和“九江轿顶”为试材,研究不同材料南瓜的形态指标与白粉病抗性间的关系,以期生产中选育优良的种质资源奠定基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试中国南瓜自交系‘112-2’和“九江轿顶”均取自

**第一作者简介:**郭卫丽(1985-),女,河南商丘人,博士,讲师,硕士生导师,现主要从事蔬菜栽培与生物技术等研究工作。E-mail:guoweili1226@sina.com.

**责任作者:**李新崢(1965-),男,河南辉县人,硕士,教授,硕士生导师,现主要从事南瓜种质资源创新利用等研究工作。E-mail:lxz2283@126.com.

**基金项目:**国家自然科学基金项目青年基金资助项目(31401876);河南省自然科学基金资助项目(132300410357);河南省科技攻关重点资助项目(162102110076);2014年博士科研启动费资助项目(207010615003)。

**收稿日期:**2016-09-26

河南科技学院。

## 1.2 试验方法

试验于2015年10—11月在河南科技学院园艺园林学院的温室内进行。10月1日选种,挑选籽粒饱满,大小均匀一致的种子放于网袋中,并用铅笔注明材料的名称,每种材料选择60粒。于10月2日将种子放入事先调好的温水(55℃左右)中进行温汤浸种,边搅拌边浸种10 min,冷却后浸种4~6 h。然后用湿毛巾包裹放于28℃恒温培养箱中催芽。2015年10月4日上午在园艺试验温室内采用穴盘育苗,每穴播1粒种子,播种后敷上0.5 cm厚的细营养土,敷上薄膜,并将播种好的穴盘放入托盘内。

## 1.3 项目测定

1.3.1 形态指标测定 播种后结合温室内温度和土壤状况进行适量喷水,在白天温度过高时揭膜以保证其通风透光。昼夜温差过大,晚上还应将膜覆上。喷水时以保证托盘内无积水为宜。待苗长到2叶1心期、3叶1心期和4叶1心期进行测量。每种南瓜材料选出长势整齐一致的10株,3次重复,分别测量其叶面积、叶长、叶宽、茎粗、茎长等形态指标,叶面积的测定方法采用方格法,对于叶宽、叶长和茎长用直尺进行测量,茎粗则采用游标卡尺测量。

1.3.2 叶绿素含量测定 采用丙酮法测定叶绿素含量<sup>[8]</sup>。

1.3.3 气孔密度测定 气孔密度的测量方法和计算方式<sup>[9]</sup>:将选好的新鲜真叶表面去污,用镊子撕去其上表皮制作临时玻片,放在显微镜上进行观测(用低倍镜还是高倍镜取决于表皮上气孔密度的数目),每个玻片取3个视野,求其平均值,气孔密度单位为个·mm<sup>-2</sup>。

1.3.4 白粉病的病情指数统计 田间采集自然发病的南瓜叶片。试管刷轻轻刷入无菌水中,调至显微镜(10×10)每视野下平均80~100个孢子。采用喷雾接种法均匀喷到植株叶片,以雾滴布满叶片但不滴为宜,随后将喷菌的植株放入光照培养箱。苗长至一定大小进行白粉病的病情分析<sup>[6,10]</sup>。病情指数=Σ(病级代表值×该级发病叶片数)/(最高级代表值×调查总叶片数)×100。

## 1.4 数据分析

形态指标、叶绿素含量、气孔密度以及病情指数均采用平均值±SD表示,采用SPSS软件对试验数据进行显著性和相关性分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 2种南瓜材料的形态指标、叶绿素含量、气孔密度和病情指数分析

由表1可知,在2叶1心期南瓜自交系‘112-2’叶绿素含量显著高于“九江轿顶”,其它性状间差异不明显。其中自交系‘112-2’叶面积(63.6 cm<sup>2</sup>)和叶长(6.50 cm)分别略低于“九江轿顶”的叶面积(72.4 cm<sup>2</sup>)和叶长(7.82 cm)。

表 1

2 种南瓜材料不同时期的形态指标

Table 1

Morphological indexes of pumpkin at different stages

时期 Stage	品种 Variety	茎长 Stem length /cm	茎粗 Stem width /cm	叶面积 Leaf area /cm <sup>2</sup>	叶宽 Leaf width /cm	叶长 Leaf length /cm	叶绿素含量 Chlorophyll content /(mg·g <sup>-1</sup> )	气孔密度 Stomatal density /(个·mm <sup>-2</sup> )	病情指数 Disease index
2叶1心期2 true leaf-fully expanded period	自交系‘112-2’ “九江轿顶”	4.24±1.94aA 4.22±1.89aA	0.48±0.016aA 0.47±0.016aA	63.6±38.25aA 72.4±42.68aA	9.80±1.78aA 9.64±2.93aA	6.50±1.95aA 7.82±1.42aA	0.48±0.03aA 0.39±0.05bA	314.77±79.45aA 289.91±47.59aA	0.30±0.01aA 0.38±0.01aA
3叶1心期3 true leaf-fully expanded period	自交系‘112-2’ “九江轿顶”	6.84±1.60aA 5.30±1.40aA	0.59±0.04aA 0.59±0.04aA	109.0±35.20aA 115.4±27.20aA	12.20±1.20aA 12.50±1.30aA	8.90±1.10aA 9.54±1.20aA	0.52±0.02aA 0.44±0.02bA	381.34±59.46aA 346.88±46.38aA	0.38±0.01aA 0.39±0.01aA
4叶1心期4 true leaf-fully expanded period	自交系‘112-2’ “九江轿顶”	7.50±1.60aA 6.28±1.40bA	0.68±0.06aA 0.59±0.04aA	125.4±39.50bA 142.6±43.20aA	9.76±1.60bA 13.64±2.50aA	9.56±1.60bA 12.30±2.00aA	0.96±0.01aA 0.89±0.02bA	489.56±60.32aA 416.37±75.43bA	0.39±0.01bB 0.42±0.01aA

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著(P<0.05),不同大写字母表示差异极显著(P<0.01)。

Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant difference at 0.05 level; different capital letters indicate highly significant difference at 0.01 level.

在3叶1心期自交系‘112-2’和“九江轿顶”的形态指标差异不显著,自交系‘112-2’茎长(6.84 cm)略高于“九江轿顶”茎长(5.30 cm);而‘112-2’的叶面积(109.0 cm<sup>2</sup>)、叶长(8.90 cm)和叶宽(12.20 cm)分别略低于“九江轿顶”的叶面积(115.4 cm<sup>2</sup>)、叶长(9.54 cm)和叶宽(12.50 cm),而自交系‘112-2’叶绿素含量(0.52 mg·g<sup>-1</sup>)高于“九江轿顶”叶绿素含量(0.44 mg·g<sup>-1</sup>),差异显著;自交系‘112-2’气孔密度(381.34 个·mm<sup>-2</sup>)高于“九江轿顶”对照(346.88 个·mm<sup>-2</sup>),差异不显著。另外,自交系‘112-2’病情指数(0.38)略低于“九江轿顶”(0.39),差异不显

著。总之,自交系‘112-2’和“九江轿顶”3叶1心期的形态指标、气孔密度和病情指数差异均不显著,叶绿素含量差异显著。

2种南瓜材料在4叶1心期形态指标(除茎粗外)存在显著差异,自交系‘112-2’的叶面积(125.4 cm<sup>2</sup>)、叶宽(9.76 cm)、叶长(9.56 cm),均低于“九江轿顶”叶面积(142.6 cm<sup>2</sup>)、叶宽(13.64 cm)、叶长(12.30 cm);自交系‘112-2’叶绿素含量(0.96 mg·g<sup>-1</sup>)显著高于“九江轿顶”对照(0.89 mg·g<sup>-1</sup>),自交系‘112-2’气孔密度(489.56 个·mm<sup>-2</sup>)显著高于“九江轿顶”对照

(416.37 个·mm<sup>-2</sup>), 自交系‘112-2’病情指数(0.39)显著低于“九江轿顶”对照(0.42)。总之, 在 4 叶 1 心期, 自交系‘112-2’和“九江轿顶”的形态指标(除茎粗外)、叶绿素含量、气孔密度和病情指数均存在显著差异。

2.2.2 种南瓜材料各形态指标、叶绿素含量、气孔密度和病情指数相关性分析 由表 2 可知, 南瓜材料(自交

系‘112-2’和“九江轿顶”)与叶绿素含量存在极显著正相关(相关系数为 0.861); 叶绿素与病情指数呈极显著负相关(相关系数为-0.158)。叶面积与叶宽、叶长存在极显著正相关性, 相关系数分别为 0.971、0.881。叶长与病情指数呈极显著负相关(相关系数为-0.781)。

表 2 南瓜 2 叶 1 心期的形态指标、病情指数、气孔密度、叶绿素含量相关性

Table 2 Correlation of morphological indexes disease index, stomatal density and chlorophyll content of pumpkin at the 2 true leaf-fully expanded period

	材料	茎粗	茎长	叶面积	叶宽	叶长	病情指数	叶绿素含量
	Material	Stem width	Stem length	Leaf area	Leaf width	Leaf length	Disease index	Chlorophyll content
茎粗 Stem width	0.046							
茎长 Stem length	-0.487	0.400						
叶面积 Leaf area	0.143	0.418	0.521					
叶宽 Leaf width	0.114	0.567	0.525	0.971 **				
叶长 Leaf length	0.271	0.051	0.211	0.881 **	0.782 **			
病情指数 Disease index	-0.137	-0.037	-0.163	-0.627	-0.504	-0.781 **		
叶绿素含量 Chlorophyll content	0.861 **	0.322	-0.443	0.297	0.359	0.325	-0.158 **	
气孔密度 Stomatal density	-0.224	0.018	-0.056	-0.447	-0.503	-0.458	-0.030	-0.436

注: \*\* 在 0.01 水平(双侧)上极显著相关, \* 在 0.05 水平(双侧)上显著相关。表 3~4 同。

Note: \*\* is very significant correlation at 0.01 level (bilateral), \* is significant correlation at 0.05 level (bilateral). The same as Table 3-4.

由表 3 可知, 在 3 叶 1 心期自交系‘112-2’和“九江轿顶”2 种材料与叶绿素含量呈极显著正相关(相关系数 0.861), 与气孔密度呈负相关(相关系数为-0.224); 气孔密度与叶绿素含量呈负相关(相关系数为-0.233);

叶绿素含量与病情指数呈极显著负相关(相关系数为-0.165); 气孔密度与病情指数呈负相关(相关系数为-0.238)。另外, 叶面积与叶宽存在极显著正相关(相关系数为 0.939)。

表 3 南瓜 3 叶 1 心期的形态指标、病情指数、气孔密度、叶绿素含量相关性

Table 3 Correlation of morphological indexes disease index, stomatal density and chlorophyll content of pumpkin at the 3 true leaf-fully expanded period

	材料	茎粗	茎长	叶面积	叶宽	叶长	病情指数	叶绿素含量
	Material	Stem width	Stem length	Leaf area	Leaf width	Leaf length	Disease index	Chlorophyll content
茎粗 Stem width	0.105							
茎长 Stem length	-0.522	0.305						
叶面积 Leaf area	0.174	0.390	0.455					
叶宽 Leaf width	0.104	0.774	0.515	0.939 **				
叶长 Leaf length	0.174	0.012	0.176	0.855 **	0.794 **			
病情指数 Disease index	-0.070	0.000	-0.110	-0.659 *	-0.524	-0.707 *		
叶绿素含量 Chlorophyll content	0.861 **	0.287	-0.479	0.321	0.345	0.273	-0.165 **	
气孔密度 Stomatal density	-0.224	0.015	-0.276	-0.337	-0.522	-0.405	-0.238	-0.233

由表 4 可知, 在 4 叶 1 心期自交系‘112-2’和“九江轿顶”材料分别与叶绿素含量显著正相关(相关系数为 0.731), 与叶面积、叶长、叶宽显著正相关, 与病情指数(相关系数为-0.928)和气孔密度(相关系数为-0.881)显著

负相关; 病情指数与气孔密度显著负相关(相关系数为-0.837), 与各形态指标、叶绿素含量显著或极显著负相关, 相关系数依次为茎粗(-0.655)、茎长(-0.676)、叶面积(-0.821)、叶长(-0.752)、叶绿素含量(-0.692)。

表 4 南瓜 4 叶 1 心期的形态指标、病情指数、气孔密度、叶绿素含量相关性

Table 4 Correlation of morphological indexes disease index, stomatal density and chlorophyll content of pumpkin at the 4 true leaf-fully expanded period

	材料	茎粗	茎长	叶面积	叶宽	叶长	病情指数	叶绿素含量
	Material	Stem width	Stem length	Leaf area	Leaf width	Leaf length	Disease index	Chlorophyll content
茎粗 Stem width	0.733 *							
茎长 Stem length	-0.490	0.343						
叶面积 Leaf area	0.870 *	0.900 *	0.530					
叶宽 Leaf width	0.873 *	0.851 **	0.508	0.985 **				
叶长 Leaf length	0.768 *	0.872 **	0.517	0.967 **	0.976 **			
病情指数 Disease index	-0.928 *	-0.655 *	-0.676 *	-0.821 **	-0.837 **	-0.752 *		
叶绿素含量 Chlorophyll content	0.731 *	0.395	0.195	0.394	-0.583	0.316	-0.692 *	
气孔密度 Stomatal density	-0.881 *	0.775 *	-0.315	-0.779 *	-0.751 *	-0.646 *	-0.837 *	-0.583

### 3 讨论与结论

南瓜作为一年生蔓性草本植物,资源丰富,形态指标较多。该试验对2个中国南瓜材料在2叶1心期至4叶1心期的形态指标进行分析,其结果表明,在2叶1心期和3叶1心期自交系‘112-2’和“九江轿顶”形态指标差异不明显(表1),其中形态指标(茎粗、茎长、叶面积和叶宽)与病情指数存在负相关(表2和表3);植株长至4叶1心期,材料间形态指标差异达到显著水平(表1),病情指数分别与各形态指标呈显著负相关,如茎粗、茎长、叶面积和叶长(表4)。关于南瓜幼苗期形态性状与抗白粉病之间的关系尚鲜见报道。该试验只是对2种中国南瓜材料在不同时期的形态指标对白粉病的抗性进行了分析,对于其它南瓜材料对白粉病抗性的分析有待于进一步的研究。

该试验表明,在2叶1心期至4叶1心期中国南瓜自交系‘112-2’病情指数小于“九江轿顶”(表1),而且在2叶1心期至3叶1心期,材料(自交系‘112-2’和“九江轿顶”)与病情指数呈负相关,植株长到4叶1心时相关性达到显著水平(表2~4),表明自交系‘112-2’的抗白粉病能力强于“九江轿顶”。这与周俊国等<sup>[11]</sup>的试验结果相同。自交系‘112-2’叶绿素含量高于“九江轿顶”,且差异显著(表1);2种材料间的叶绿素含量与病情指数存在显著负相关性(表2~4)。因此推测自交系‘112-2’的抗白粉病能力强于“九江轿顶”,与叶绿素含量存在正相关。此研究结果与颜惠霞<sup>[12]</sup>对南瓜白粉病抗病材料及抗病机理的研究和刘会宁等<sup>[13]</sup>对有关不同材料葡萄对霜霉病的抗性、与叶绿素含量关系的研究结果相一致。因此,在生产实践中可将叶绿素含量作为衡量南瓜材料抗白粉病的一个初步鉴定指标。

气孔作为植物进行气体和水分交换的重要器官,在植物的生长发育过程中具有重要的生理功能,但它也同样是植物病原菌侵染植物的重要通道,如白粉病菌则主要是通过气孔来侵染寄主的。该试验中,在4叶1心期自交系‘112-2’气孔密度大于“九江轿顶”(表1),2种材料间的气孔密度与病情指数存在负相关(表2~4),长至4叶

1心期负相关达到显著水平。因此推测‘112-2’自交系的抗白粉病能力强于“九江轿顶”,与气孔密度存在正相关。针对气孔密度的研究与韩正敏等<sup>[14]</sup>对杨树气孔密度和大小与黑斑病抗性关系的研究结果相同;与颜惠霞<sup>[12]</sup>对南瓜白粉病抗病材料及抗病机理的研究结果和谢文华等<sup>[15]</sup>对丝瓜气孔密度和大小与霜霉病的抗性关系的研究结果不同,所以在生产中对于气孔密度的应用应该视具体材料的不同而定。

### 参考文献

- [1] FU C L, SHI H, LI Q H. A review on pharmacological activities and utilization technologies of pumpkin[J]. Plant Foods for Human Nutrition, 2006, 61: 73-80.
- [2] 周俊国, 李桂荣, 杨鹏鸣. 南瓜自交系数量性状分析与聚类分析[J]. 河北农业大学学报, 2006, 29(4): 23-26.
- [3] 刘洋, 屈淑平, 崔崇土. 南瓜营养品质与功能成分研究现状与展望[J]. 中国瓜菜, 2006(2): 27-29.
- [4] 傅仕敏. 柑橘黄龙病的细胞病理及其寄主转录组学研究[D]. 重庆: 西南大学, 2014.
- [5] 章珍, 刘新红, 翟洪翠, 等. 小麦 *Pm21* 基因调控的白粉菌早期侵染抑制和寄主细胞反应[J]. 作物学报, 2011, 37(1): 67-73.
- [6] 陈夕军, 朱键鑫, 陈羽, 等. 抗白粉病南瓜品种的叶片组织结构及其生理生化[J]. 江苏农业学报, 2015, 31(1): 55-61.
- [7] 李新峰, 杜晓华, 张振伟. 中国南瓜经济性状遗传初探[J]. 西北农业学报, 2009, 18(4): 319-323.
- [8] 张志良, 瞿伟菁, 李小方. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 2009: 58-59.
- [9] 潘汝谦. 黄瓜对霜霉病的抗性与叶绿素含量, 气孔密度的相关性[J]. 上海交通大学学报, 2004, 22(4): 381-384.
- [10] 刘淑艳, 王丽兰, 姜文涛, 等. 中国长春瓜类白粉菌 *Podosphaera xanthii* 形态学和分子系统学研究[J]. 菌物学报, 2011, 30(5): 702-712.
- [11] 周俊国, 李新峰, 张辉蓉, 等. 中国南瓜自交系 112-2 对白粉病的抗性鉴定[J]. 北方园艺, 2011(4): 5-8.
- [12] 颜惠霞. 南瓜白粉病材料抗病性及抗病机理研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2009: 48-52.
- [13] 刘会宁, 朱建强, 万幼新. 几个欧亚种葡萄材料对霜霉病的抗性鉴定[J]. 上海农业学报, 2001, 17(3): 64-67.
- [14] 韩正敏, 尹佟明. 杨树过氧化物酶活性, 气孔密度和大小与黑斑病抗性的关系[J]. 南京林业大学学报, 1998, 22(4): 91-93.
- [15] 谢文华, 谢大森. 棱角丝瓜不同材料对霜霉病抗性的相关研究[J]. 华南农业大学学报, 1999, 20(2): 28-31.

## Relationship Between Morphological Index and Resistance to Powdery Mildew in Pumpkin

GUO Weili, GUO Yanyan, LI Xinzhen

(College of Horticulture and Landscape Architecture, Henan Institute of Science and Technology, Xinxiang, Henan 453003)

**Abstract:** Pumpkin varieties inbred line ‘112-2’ and ‘Jiujiangjiaoding’ were used as materials. At 2—4 true leaf-fully expanded periods, morphological indexes (leaf length, leaf width, leaf area, stem length test, stem width), chlorophyll content, stomatal density and disease index were determined, and relationship of different pumpkin indexes and powdery mildew resistance was discussed. The results showed that at the 2—3 true leaf-fully expanded periods, some morphological indexes (leaf area, leaf length, leaf width) and disease index of inbred line ‘112-2’ were slightly lower than

DOI:10.11937/bfyy.201624027

# 不同生境中沙冬青豆荚螟的危害率及空间分布型

李雪婷, 杨益春, 张大治, 穆天兴, 余凤梅, 周 月

(宁夏大学 生命科学学院, 宁夏 银川 750021)

**摘 要:**豆荚螟(*Etiella zinckenella*)是沙冬青(*Ammopiptanthus mongolicus*)种子的主要害虫。在宁夏灵武白芨滩自然保护区内选择了沙冬青自然生长(羊场湾样地、枣泉样地)和人工栽植(甜水河样地、马鞍山样地)2类生境的4个试验样地,调查了沙冬青豆荚螟幼虫的危害情况,研究了其空间分布型。结果表明:豆荚螟幼虫数量( $2.015 \text{ 只} \cdot \text{荚}^{-1}$ )、对豆荚的为害率(82.83%)在马鞍山样地最高,其次是甜水河样地( $1.423 \text{ 只} \cdot \text{荚}^{-1}$ , 64.83%)和羊场湾样地( $1.218 \text{ 只} \cdot \text{荚}^{-1}$ , 59.83%),枣泉样地最低( $0.558 \text{ 只} \cdot \text{荚}^{-1}$ , 32.00%),豆荚螟幼虫的数量和为害率在人工栽植生境显著高于自然散生生境,与沙冬青的种群密度呈正相关。基于频次分布指标、聚集度指标及回归分析显示,不论在人工栽植生境还是自然生长生境中沙冬青豆荚螟幼虫的空间分布型均呈聚集分布。沙冬青豆荚螟幼虫 Iwao 线性回归方程为  $M^* = 1.04066 + 0.56902M$  ( $R=0.9251$ ),表明沙冬青种子害虫豆荚螟个体间相互吸引,种群分布的基本成分为个体群。

**关键词:**沙冬青;豆荚螟;种实害虫;危害率;空间分布型

**中图分类号:**S 436.43 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)24-0108-04

一定空间尺度上物种组成与分布格局是昆虫空间特征研究主要内容之一<sup>[1]</sup>,也是昆虫种群的重要特征之一,了解昆虫种群空间分布型,对正确制订调查方法和估计昆虫数量动态等有着重要意义<sup>[2]</sup>。近10多年来,我国对昆虫种群空间分布格局的研究主要集中在为害农林作物的主要害虫及天敌上<sup>[3]</sup>。沙冬青(*Ammopiptanthus mongolicus*)是砾质及沙砾质荒漠化草原的建群种,也是

古老的荒漠孑遗物种<sup>[4]</sup>,是国家首批重点保护的珍稀濒危植物。在我国主要分布于内蒙古狼山西段、鄂尔多斯西部、宁夏中北部和甘肃陇中的北部等荒漠半荒漠地区<sup>[5]</sup>,具有防风固沙、园林绿化、药用等多种实用价值,其种子富含油脂,在食品、化工、医疗保健等方面具有很大的挖掘潜力<sup>[6-7]</sup>。在西部荒漠沙化区,豆荚螟(*Etiella zinckenella*)是危害柠条、苦豆子、砂生槐等沙生植物种子的重要害虫之一<sup>[2,8-9]</sup>,对沙生植物资源保护和产业化利用造成一定的影响<sup>[2,8-10]</sup>。近些年来,课题组对宁夏中东部荒漠沙生植物种子害虫调查时发现,豆荚螟也是沙冬青的重要种子害虫。沙冬青以种子繁育为主,其种子库成为天然沙冬青种群更新和恢复的物质基础,决定着沙冬青种群的动态发展<sup>[11]</sup>,但有关豆荚螟对沙冬青种子的危害情况等及空间分布情况尚鲜见报道。该研究通

**第一作者简介:**李雪婷(1992-),女,硕士研究生,研究方向为动物生态与动物资源。E-mail:lixuetingnxu@163.com.

**责任作者:**张大治(1970-),男,博士,教授,现主要从事动物生态及动物资源等研究工作。E-mail:zd313@nxu.edu.cn.

**基金项目:**国家自然科学基金资助项目(31560611);宁夏回族自治区大学生创新创业训练计划资助项目(20150142)。

**收稿日期:**2016-09-23

those of 'Jiujiangjiaoding', other morphological indexes (stem width and stem length) and stomatal density were higher than 'Jiujiangjiaoding', and no significant difference was found. Chlorophyll content of inbred line '112-2' was significantly higher than 'Jiujiangjiaoding'. While, there were significant difference in the morphological indexes (except for stem width), chlorophyll content, stomatal density and disease index of two kinds of pumpkin materials at 4 true leaf-fully expanded period. At the 2-4 true leaf-fully expanded periods, pumpkin materials (inbred line '112-2' and 'Jiujiangjiaoding') respectively existed a negative correlation with disease index and stomatal density, a significantly positive correlation with chlorophyll content; disease index showed a negative correlation with chlorophyll content or stomatal density. Therefore, the powdery mildew resistance of the inbred line '112-2' was stronger than that of 'Jiujiangjiaoding', which might be positively correlated with the chlorophyll content and stomatal density.

**Keywords:** *Cucurbita moschata* Duch.; morphological indexes; powdery mildew; chlorophyll content; stomatal density