

中外早熟大豆对大豆食心虫的抗性研究

李红鹏^{1,2}, 李艳杰¹, 张武¹, 项鹏¹, 段玉玺²

(1. 黑龙江省农业科学院 黑河分院, 黑龙江 黑河 164300; 2. 沈阳农业大学 植物保护学院, 辽宁 沈阳 110161)

摘 要:对来自中国、俄罗斯、加拿大、匈牙利、奥地利、德国、法国、波兰等 20 个国家的 336 份大豆材料进行大豆食心虫的抗性评价, 鉴定筛选出高抗材料 58 份, 抗性材料 64 份, 抗虫材料占 34.7%, 主要来自中国和俄罗斯。大豆品种抗虫性与大豆品种农业性状进行相关分析, 及不同地理生态区大豆资源的抗虫性结果表明:大豆品种抗虫性与与节数、单株粒数、单株粒重、百粒重、豆荚茸毛密度、种皮颜色呈显著相关, 大豆植株矮小, 籽粒小、豆荚荚毛少, 种皮黑色的大豆品种抗虫性较好。

关键词:早熟大豆; 大豆食心虫; 抗虫性分析

中图分类号: **文献标识码:**A **DOI:**10.11861/j.issn.1000-9841.2015.02.0281

The Research of Soybean Pod Borer Resistance about Foreign and Domestic Precocious Soybean

LI Hong-peng^{1,2}, LI Yan-jie¹, ZHANG Wu¹, XIANG Peng¹, DUAN Yu-xi²

(1. Heihe Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Heihe 164300, China; 2. Plant Protection College, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China)

Abstract: 336 soybean cultivars from China, Russia, Canada, Hungary, Austria, Germany, France, Poland and other 20 countries were estimated with the resistance to soybean pod borer and 58 cultivars were found to be highly resistant to soybean pod borer and 64 cultivars with satisfied resistance were screened, accounting 34.7%. The relationships were studied between soybean pod borer resistance and agricultural characters. The results showed there is significant correlationship between nodes number in main stem, pods number per plant, seeds per plant, seed weight per plant, weight of 100 seeds, pubescence densities, color of seed coat and soybean pod borer resistance. The conclusion was that the soybeans, which hadless nodes in main stem, small seeds, non-lodging, low density of pubescence, black color of seed coat possessed poor egg deposition and less damage from soybean pod borer.

Key words: Precocious soybean; Soybean pod borer; Resistance analysis

大豆食心虫 [*Leguminivora glycinivorella* (Mats.) Obraztsov, Soybean Pod Borer] 属鳞翅目, 小卷蛾科, 是东北大豆产区发生最严重的害虫之一, 在日本、韩国、俄罗斯等国也有不同程度的发生^[1]。近年来由于气候变化和“豆麦产区”小麦种植面积逐年减少, 大豆食心虫等鳞翅目害虫发生加重, 而选育和利用抗大豆食心虫品种是一种经济有效的防治途径^[2-4]。

20 世纪 80 年代郭守桂^[5]及岳德荣等^[6]筛选出的大豆食心虫抗源材料大多数为野生大豆, 随后赵爱莉等^[7]研究发现抗大豆食心虫性状与一些野生性强的性状有较强的关联, 如小粒、深色荚的大豆抗虫性较强等。虽然以上研究均可以表明野生大豆资源抗虫的重要性, 但是野生大豆与栽培大豆种间杂交困难, 利用野生大豆很难创造抗食心虫的新

种质。20 世纪 90 年代初胡明祥等^[8]对不同生态区域环境对中国大豆品质的影响进行了研究, 结果表明大豆蛋白质及脂肪含量高低, 受生态区域环境因素影响很大, 可见地理因素及外境环境条件与选育的大豆品种特性有着极为密切的关系^[9-11]。21 世纪初, 王克勤^[12]、胡国华^[13]等阐述了大豆品质生态特点以及品质生态调控的机理, 并在黑龙江大豆品种鉴定筛选出 8 份高抗材料; 目前, 国外种质大量引入, 但相关研究尚不普遍, 因此本文对来自中国、俄罗斯、加拿大、匈牙利、奥地利、德国、法国、波兰等 20 个国家的 336 份大豆早熟材料进行了抗性差异鉴定, 筛选抗虫种质, 以了解国内外大豆种质资源的抗性水平。进一步为培育抗食心虫大豆品种提供抗性种质的同时, 对大豆抗虫种质资源的远缘选择提供理论依据。

收稿日期: 2014-05-07
基金项目: 现代农业产业技术体系建设专项 (CARS-04-PS13); 国家自然科学基金重点项目 (31330063); 国家自然科学基金 (31171569)。
第一作者简介: 李红鹏 (1977-), 男, 博士, 副研究员, 主要从事大豆病虫害防治研究。E-mail: zhenyuanzang1989@163.com。
通讯作者: 段玉玺 (1964-), 男, 教授, 博导, 主要从事线虫病害生物防治和抗线虫资源研究。E-mail: duanva6407@163.com。

1 材料与方法

1.1 材料

对黑龙江省农业科学院黑河分院保存的中国 157 份、欧盟 98 份(瑞典 64 份、捷克 10 份、波兰 5 份、法国 5 份、匈牙利 3 份、奥地利 2 份、德国 2 份、格鲁吉亚 2 份、斯洛伐克 2 份、英国 2 份、立陶宛 1 份)、俄罗斯 49 份、加拿大 12 份、乌克兰 10 份、美国 5 份、白俄罗斯 3 份、日本 2 份、北朝鲜 1 份、南斯拉夫(前)2 份,共 336 份早熟大豆品种,进行田间自然感虫抗虫性鉴定,品种名称及来源详见表 1。

1.2 试验设计

2010 ~ 2012 年,以抗虫品种垦农 18 作为抗虫对照,以感虫品种黑河 27 为感虫对照,将 336 份待鉴定材料在试验田内种植,早熟品种延后 7 d 播种,每个品种 4 行,5 m 行长,3 次重复。发病地块自然接虫,每品种取 3 点,每点 1 m²。本试验根据大豆来源按不同地理生态地域进行划分,即中国大豆、俄罗斯大豆、欧盟的大豆品种进行大豆食心虫抗性分析,研究抗性资源的地理生态分布。

1.3 大豆品种抗虫性分级标准

大豆品种抗虫性按照当年对照品种平均虫食率作抗、感分级的依据,共分五级:1 级为高抗(HR);2 级为抗(R);3 级为中感(MS);4 级为感

(S);5 级为高感(HR)。再按虫食率高低判定某品种抗虫性级别。经过 3 年重复鉴定,评定大豆品种的抗虫性级别,分五级:1 级(0 ~ 0.7%)、2 级(0.7% ~ 1.4%)、3 级(选 2.0% ~ 3.5%)、4 级(3.5% ~ 5.0%)、5 级(5.0% 以上),级别就低不就高。例如 2010 年田间抗虫品种垦农 18 平均虫食率为 1.4%(2 级),感虫品种黑河 27 虫食率平均为 3.5%(4 级),则 1.4% ~ 3.5% 为中间(3 级),即包括 1.4% 以下为抗虫材料,3.5% 以上为感虫材料。

1.4 数据分析

采用 DPS 7.05 和 Excel 2003 进行数据进行分析。

2 结果与分析

2.1 大豆品种食心虫抗性的年度变化

对 2010 ~ 2012 年度 336 份大豆品种的虫食率的分布频率进行分析,如图 1 所示,2010,2011 和 2012 年的虫食率分别为 0.10% ~ 15.1%,0.16% ~ 33.0% 和 0.11% ~ 23.0%,可见大豆食心虫危害程度在年度之间变化很大,主要是因为年度间气象条件差异所致,2011 和 2012 年大豆食心虫危害程度明显高于 2010 年。但 3 年鉴定结果比较一致,大部分品种属于感虫品种,未发现没有完全免疫和 100% 感病的材料。

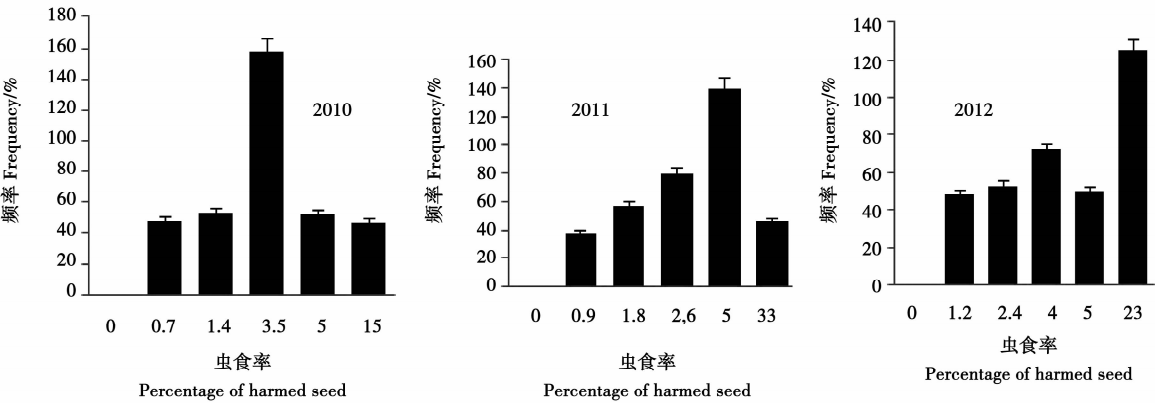


图 1 2010 ~ 2012 年大豆品种的虫食率的分布频率
Fig. 1 The distribution frequency of soybean insect feed seeds from 2010 to 2012

2.2 大豆品种食心虫的抗性鉴定与筛选

如表 1 和图 2 所示,336 份品种中共鉴定出抗虫品种 53 份,其中高抗品种(1 级)11 份,分别为北丰 9 号、垦丰 12、垦丰 9 号、垦农 19、垦农 20、垦农 5 号、Вилана(俄罗斯)、AC Proteina(加拿大)、Вецауцес(立陶宛) Akanida(日本)和 Laredo J 767

(美国),占 3.2%;一般抗性品种(2 级)42 份;感虫品种 283 份,其中高感品种 133 份(5 级),感虫材料 82 份,中感材料 66 份,感虫材料占总材料的 83.2%。抗虫性鉴定结果显示,大豆种质资源对大豆食心虫的抗性呈线性分布(图 2),感虫品种占绝大多数。

表 1 大豆品种的食心虫抗性鉴定结果

Table 1 The result of the resistant of soybean varieties

编号 Number	品种名称 Variety name	来源 origin	评定抗级 Anti-level assessment	编号 Number	品种名称 Variety name	来源 origin	评定抗级 Anti-level assessment
1	东农 42Dongnong 42	中国 China	4	42	合丰 44Hefeng 44	中国 China	2
2	东农 44Dongnong 44	中国 China	4	43	合丰 45Hefeng 45	中国 China	2
3	东农 46Dongnong 46	中国 China	5	44	合丰 46Hefeng 46	中国 China	3
4	东农 49Dongnong 49	中国 China	4	45	合丰 47Hefeng 47	中国 China	3
5	东农 54Dongnong 54	中国 China	3	46	合丰 48Hefeng 48	中国 China	4
6	东农 55Dongnong 55	中国 China	3	47	合丰 49Hefeng 49	中国 China	4
7	东大 1 号 Dongda 1	中国 China	5	48	合丰 50Hefeng 50	中国 China	2
8	东大 2 号 Dongda 2	中国 China	5	49	合丰 51Hefeng 51	中国 China	3
9	丰收 22Fengshou 22	中国 China	3	50	合丰 52Hefeng 52	中国 China	3
10	丰收 23Fengshou 23	中国 China	4	51	合丰 55Hefeng 55	中国 China	3
11	丰收 24Fengshou 24	中国 China	5	52	垦丰 10Kenfeng 10	中国 China	2
12	丰收 25Fengshou 25	中国 China	2	53	垦丰 11Kenfeng 11	中国 China	2
13	丰收 26Fengshou 26	中国 China	2	54	垦丰 12Kenfeng 12	中国 China	1
14	丰收 27Fengshou 27	中国 China	5	55	垦丰 16Kenfeng 16	中国 China	2
15	九丰 10Jiufeng 10	中国 China	3	56	垦丰 6 号 Kenfeng 6	中国 China	3
16	克丰 25Kefeng 25	中国 China	2	57	垦丰 7 号 Kenfeng 7	中国 China	2
17	北丰 11Beifeng 11	中国 China	2	58	垦丰 8 号 Kenfeng 8	中国 China	2
18	北丰 13Beifeng 13	中国 China	5	59	垦丰 9Kenfeng 9	中国 China	1
19	北丰 14Beifeng 14	中国 China	4	60	垦农 18Kengnong 18	中国 China	2
20	北丰 15Beifeng 15	中国 China	4	61	垦农 19Kennong 19	中国 China	1
21	北丰 16Beifeng 16	中国 China	4	62	垦农 20Kennong 20	中国 China	1
22	北丰 9 号 Beifeng 9	中国 China	1	63	垦农 4 号 Kennong 4	中国 China	2
23	北疆九 1 号 Beijiangjiu 1	中国 China	2	64	垦农 5 号 Kennong 5	中国 China	1
24	北豆 1 号 Beidou 1	中国 China	4	65	垦鉴 27Kenjian 27	中国 China	5
25	北豆 10 号 Beidou 10	中国 China	4	66	垦鉴 28Kenjian 28	中国 China	5
26	北豆 14Beidou 14	中国 China	5	67	垦鉴 29Kenjian 29	中国 China	4
27	北豆 21Beidou 21	中国 China	5	68	垦鉴北豆 3 号 Kenjianbeidou 3	中国 China	5
28	北豆 22Beidou 22	中国 China	4	69	垦鉴豆 27Kenjiandou 27	中国 China	5
29	北豆 28Beidou 28	中国 China	3	70	嫩丰 10 号 Nenfeng 10	中国 China	3
30	北豆 4 号 Beidou 4	中国 China	5	71	嫩丰 14Nenfeng 14	中国 China	2
31	北豆 5 号 Beidou 5	中国 China	3	72	嫩丰 16Nenfeng 16	中国 China	3
32	北豆 9 号 Beidou 9	中国 China	5	73	嫩丰 17Nenfeng 17	中国 China	3
33	华疆 3 号 Huajiang 3	中国 China	4	74	嫩丰 18Nenfeng 18	中国 China	2
34	华疆 4 号 Huajiang 4	中国 China	5	75	嫩丰 19Nenfeng 19	中国 China	3
35	合丰 35Hefeng 35	中国 China	3	76	嫩丰 20Nenfeng 20	中国 China	2
36	合丰 37Hefeng 37	中国 China	5	77	嫩丰 9 号 Nenfeng 9	中国 China	2
37	合丰 39Hefeng 39	中国 China	2	78	抗线 3 号 Kangxian 3	中国 China	2
38	合丰 40Hefeng 40	中国 China	2	79	抗线 4 号 Kangxian 4	中国 China	3
39	合丰 41Hefeng 41	中国 China	3	80	登科 1 号 Dengke 1	中国 China	4
40	合丰 42Hefeng 42	中国 China	4	81	登科 3 号 Dengke 3	中国 China	4
41	合丰 43Hefeng43	中国 China	2	82	绥农 12Suinogn 12	中国 China	3

续表 1

编号 Number	品种名称 Variety name	来源 origin	评定抗级 Anti-level assessment	编号 Number	品种名称 Variety name	来源 origin	评定抗级 Anti-level assessment
83	绥农 14Suinong 14	中国 China	2	126	黑河 30Heihe 30	中国 China	2
84	绥农 18Suinong 18	中国 China	3	127	黑河 31Heihe 31	中国 China	3
85	绥农 19Suinong 19	中国 China	3	128	黑河 32Heihe 32	中国 China	3
86	绥农 20Suinong 20	中国 China	3	129	黑河 33Heihe 33	中国 China	5
87	绥农 21Suinong 21	中国 China	3	130	黑河 34Heihe 34	中国 China	3
88	绥农 22Suinong 22	中国 China	3	131	黑河 35Heihe 35	中国 China	5
89	绥农 23Suinong 23	中国 China	2	132	黑河 36Heihe 36	中国 China	4
90	绥农 26Suinong 26	中国 China	3	133	黑河 37Heihe 37	中国 China	4
91	绥农 27Suinong 27	中国 China	3	134	黑河 38Heihe 38	中国 China	3
92	绥农 30Suinong 30	中国 China	3	135	黑河 39Heihe 39	中国 China	4
93	绥农 8 号 Suinong 8	中国 China	3	136	黑河 3 号 Heihe 3	中国 China	5
94	蒙豆 14Mengdou 14	中国 China	3	137	黑河 40Heihe 40	中国 China	5
95	蒙豆 16Mengdou 16	中国 China	3	138	黑河 41Heihe 41	中国 China	5
96	蒙豆 28Mengdou 28	中国 China	3	139	黑河 42Heihe 42	中国 China	3
97	蒙豆 30Mengdou 30	中国 China	4	140	黑河 43Heihe 43	中国 China	3
98	蒙豆 9 号 Mengdou 9	中国 China	4	141	黑河 44Heihe 44	中国 China	5
99	黑农 34Heinong 34	中国 China	5	142	黑河 45Heihe 45	中国 China	5
100	黑农 35Heinong 35	中国 China	4	143	黑河 46Heihe 46	中国 China	3
101	黑农 37Heinong 37	中国 China	5	144	黑河 47Heihe 47	中国 China	5
102	黑农 41Heinong 41	中国 China	3	145	黑河 48Heihe 48	中国 China	3
103	黑农 44Heinong 44	中国 China	4	146	黑河 49Heihe 49	中国 China	3
104	黑农 50Heinong 50	中国 China	4	147	黑河 4 号 Heihe 4	中国 China	5
105	黑河 10 号 Heihe 10	中国 China	3	148	黑河 50Heihe 50	中国 China	3
106	黑河 11Heihe 11	中国 China	5	149	黑河 51Heihe 51	中国 China	4
107	黑河 12Heihe 12	中国 China	4	150	黑河 52 Heihe 52	中国 China	5
108	黑河 13Heihe 13	中国 China	5	151	黑河 5 号 Heihe 5	中国 China	5
109	黑河 14Heihe 14	中国 China	5	152	黑河 6 号 Heihe 6	中国 China	4
110	黑河 15Heihe 15	中国 China	4	153	黑河 7 号 Heihe 7	中国 China	4
111	黑河 16Heihe 16	中国 China	3	154	黑河 8 号 Heihe 8	中国 China	4
112	黑河 17Heihe 17	中国 China	3	155	黑河 9 号 Heihe 9	中国 China	2
113	黑河 18Heihe 18	中国 China	3	156	黑鉴 1 号 Heijian 1	中国 China	4
114	黑河 19Heihe 19	中国 China	2	157	Валентія	乌克兰 Ukraine	2
115	黑河 1 号 Heihe 1	中国 China	5	158	Злотовласка	乌克兰 Ukraine	2
116	黑河 20Heihe 20	中国 China	5	159	Золотиста	乌克兰 Ukraine	4
117	黑河 21Heihe 21	中国 China	5	160	Київська 27	乌克兰 Ukraine	2
118	黑河 22Heihe 22	中国 China	3	161	Киевская 451	乌克兰 Ukraine	2
119	黑河 23Heihe 23	中国 China	4	162	Красноградская	乌克兰 Ukraine	5
120	黑河 24Heihe 24	中国 China	3	163	Медєя	乌克兰 Ukraine	5
121	黑河 25Heihe 25	中国 China	4	164	Харьковская 86	乌克兰 Ukraine	5
122	黑河 26Heihe 26	中国 China	3	165	Чернивецька 9	乌克兰 Ukraine	2
123	黑河 27Heihe 27	中国 China	4	166	Юг 30	乌克兰 Ukraine	4
124	黑河 28Heihe 28	中国 China	5	167	Алтая	俄罗斯 Russia	5
125	黑河 29Heihe 29	中国 China	3	168	1341 – 91	俄罗斯 Russia	4

续表 1

编号 Number	品种名称 Variety name	来源 origin	评定抗级 Anti-level assessment	编号 Number	品种名称 Variety name	来源 origin	评定抗级 Anti-level assessment
169	AMUR2029	俄罗斯 Russia	5	212	Хабаровская 98	俄罗斯 Russia	5
170	Tavolga	俄罗斯 Russia	4	213	Элилия	俄罗斯 Russia	4
171	Алтая	俄罗斯 Russia	5	214	AC Proteina	加拿大 Canada	1
172	Амурская2123	俄罗斯 Russia	2	215	Alta	加拿大 Canada	4
173	без названия	俄罗斯 Russia	4	216	Blackjack 21	加拿大 Canada	2
174	Белоцветковый Гибрид	俄罗斯 Russia	4	217	Crystal	加拿大 Canada	3
175	Бонус	俄罗斯 Russia	3	218	Gaillard	加拿大 Canada	3
176	BA3 – 100	俄罗斯 Russia	4	219	KG – 20	加拿大 Canada	4
177	Bera	俄罗斯 Russia	5	220	Lesoy 273	加拿大 Canada	5
178	Вилана	俄罗斯 Russia	1	221	Maple Amber	加拿大 Canada	5
179	ВНИИС – 1	俄罗斯 Russia	5	222	Maple Presto	加拿大 Canada	3
180	Гармония	俄罗斯 Russia	4	223	OAC Eclipse	加拿大 Canada	2
181	грибская кормовая	俄罗斯 Russia	4	224	OAC Erin	加拿大 Canada	3
182	Гритиаз80	俄罗斯 Russia	5	225	OT 91 – 3	加拿大 Canada	3
183	Даурия	俄罗斯 Russia	5	226	Balvanskakrojora	匈牙利 Hungary	3
184	Дин	俄罗斯 Russia	4	227	K9979B – 070 Бергия	匈牙利 Hungary	5
185	Закат	俄罗斯 Russia	5	228	NS – 20	匈牙利 Hungary	5
186	Иван Караманов	俄罗斯 Russia	4	229	Poppelsdorfer 25	奥地利 Austria	4
187	K9954Соер 5	俄罗斯 Russia	4	230	Лондон	奥地利 Austria	4
188	КП223 – 08	俄罗斯 Russia	5	231	Gieso	德国 Germany	3
189	КП237 – 09	俄罗斯 Russia	5	232	Semu 8107	德国 Germany	5
190	Лада	俄罗斯 Russia	5	233	120 811 9	捷克 Czech	3
191	Лазурная	俄罗斯 Russia	4	234	Olaszo zagi	捷克 Czech	5
192	Лидия	俄罗斯 Russia	5	235	TO 1649	捷克 Czech	2
193	Лик	俄罗斯 Russia	5	236	Toury	捷克 Czech	5
194	Локус	俄罗斯 Russia	4	237	UO – 7 – 90	捷克 Czech	5
195	Луч – надежды	俄罗斯 Russia	4	238	Wanda	捷克 Czech	4
196	Майя	俄罗斯 Russia	2	239	И583577 Гончу	捷克 Czech	4
197	Малета	俄罗斯 Russia	5	240	И583589hs8/99	捷克 Czech	5
198	Маринат	俄罗斯 Russia	4	241	И583774 Corolga	捷克 Czech	4
199	Мария	俄罗斯 Russia	5	242	И583777 120811 – 9	捷克 Czech	4
200	Нева	俄罗斯 Russia	4	243	CL CL	斯洛伐克 Slovakia	4
201	Око	俄罗斯 Russia	5	244	HM AS 84	斯洛伐克 Slovakia	2
202	Росинка	俄罗斯 Russia	4	245	Armour	法国 France	3
203	Салтус	俄罗斯 Russia	4	246	Dom	法国 France	2
204	Свапа	俄罗斯 Russia	2	247	Effi	法国 France	4
205	Селекта 101	俄罗斯 Russia	3	248	Labrador	法国 France	2
206	СибНИИСХОЗ 6	俄罗斯 Russia	2	249	Sakura	法国 France	2
207	Смена	俄罗斯 Russia	4	250	1075/3	波兰 Poland	4
208	Соер 120 – 88	俄罗斯 Russia	2	251	Arctic	波兰 Poland	5
209	Соер 3491	俄罗斯 Russia	4	252	LS – 8	波兰 Poland	5
210	Соната	俄罗斯 Russia	5	253	Milvus	波兰 Poland	5
211	Тата	俄罗斯 Russia	5	254	Nordia	波兰 Poland	5

续表 1

编号 Number	品种名称 Variety name	来源 origin	评定抗级 Anti-level assessment	编号 Number	品种名称 Variety name	来源 origin	评定抗级 Anti-level assessment
255	Fiskeby V	瑞典 Sweden	5	296	YJ002338	瑞典 Sweden	5
256	Vielnska Brunatna	瑞典 Sweden	5	297	YJ002339	瑞典 Sweden	5
257	YJ002299	瑞典 Sweden	5	298	YJ002340	瑞典 Sweden	5
258	YJ002300	瑞典 Sweden	5	299	YJ002341	瑞典 Sweden	5
259	YJ002301	瑞典 Sweden	5	300	YJ002342	瑞典 Sweden	5
260	YJ002302	瑞典 Sweden	5	301	YJ002343	瑞典 Sweden	4
261	YJ002303	瑞典 Sweden	5	302	YJ002344	瑞典 Sweden	5
262	YJ002304	瑞典 Sweden	5	303	YJ002345	瑞典 Sweden	5
263	YJ002305	瑞典 Sweden	5	304	YJ002346	瑞典 Sweden	5
264	YJ002306	瑞典 Sweden	5	305	YJ002347	瑞典 Sweden	5
265	YJ002307	瑞典 Sweden	5	306	YJ002348	瑞典 Sweden	5
266	YJ002308	瑞典 Sweden	5	307	YJ002349	瑞典 Sweden	5
267	YJ002309	瑞典 Sweden	5	308	YJ002350	瑞典 Sweden	5
268	YJ002310	瑞典 Sweden	4	309	YJ002351	瑞典 Sweden	5
269	YJ002311	瑞典 Sweden	4	310	YJ002352	瑞典 Sweden	5
270	YJ002312	瑞典 Sweden	5	311	YJ002353	瑞典 Sweden	5
271	YJ002313	瑞典 Sweden	5	312	YJ002354	瑞典 Sweden	5
272	YJ002314	瑞典 Sweden	5	313	YJ002355	瑞典 Sweden	5
273	YJ002315	瑞典 Sweden	5	314	YJ002356	瑞典 Sweden	5
274	YJ002316	瑞典 Sweden	5	315	YJ002357	瑞典 Sweden	5
275	YJ002317	瑞典 Sweden	3	316	YJ002358	瑞典 Sweden	5
276	YJ002318	瑞典 Sweden	5	317	YJ002359	瑞典 Sweden	5
277	YJ002319	瑞典 Sweden	5	318	YJ002360	瑞典 Sweden	5
278	YJ002320	瑞典 Sweden	5	319	Вецауцес	立陶宛 Lithuania	1
279	YJ002321	瑞典 Sweden	5	320	Kenchawol	英国 England	4
280	YJ002322	瑞典 Sweden	5	321	NSC 9085 – 75	英国 England	4
281	YJ002323	瑞典 Sweden	5	322	Akanida	日本 Japanese	1
282	YJ002324	瑞典 Sweden	5	323	Wasse Hadaca	日本 Japanese	4
283	YJ002325	瑞典 Sweden	4	324	VU 5828	格鲁吉亚 Georgia	5
284	YJ002326	瑞典 Sweden	5	325	Имеретинская популяция	格鲁吉亚 Georgia	4
285	YJ002327	瑞典 Sweden	3	326	Березина	白俄罗斯 White Russian	5
286	YJ002328	瑞典 Sweden	5	327	ДГ 1	白俄罗斯 White Russian	5
287	YJ002329	瑞典 Sweden	5	328	CH 1014 – 1 – 20	白俄罗斯 White Russian	5
288	YJ002330	瑞典 Sweden	5	329	Pando	北朝鲜 North Korea	4
289	YJ002331	瑞典 Sweden	5	330	Ada	美国 America	5
290	YJ002332	瑞典 Sweden	5	331	Barnes	美国 America	4
291	YJ002333	瑞典 Sweden	5	332	Daksoy	美国 America	4
292	YJ002334	瑞典 Sweden	5	333	Laredo J 767	美国 America	1
293	YJ002335	瑞典 Sweden	5	334	И556734	美国 America	4
294	YJ002336	瑞典 Sweden	5	335	Balkan	南斯拉夫 Yugoslavia	4
295	YJ002337	瑞典 Sweden	5	336	Мина	南斯拉夫 Yugoslavia	3

表中的抗级评定为 2010 ~ 2012 连续三年的评定结果。
Anti-level assessment for 2010-2012 for three consecutive years results.

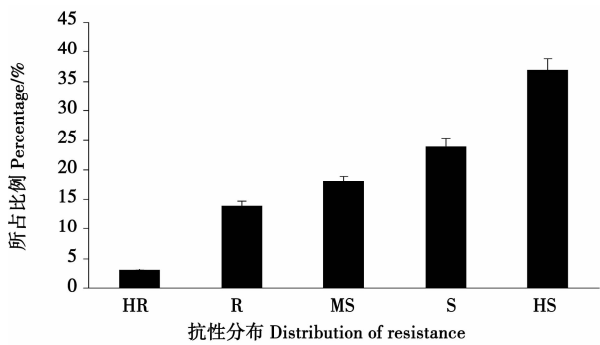


图 2 大豆品种的抗性类型分布

Fig. 2 Distribution of resistance of soybean cultivars

2.3 抗性大豆品种地理分布

对 336 份来自 20 个国家和地区大豆品种的食心虫抗性进行 3 年的重复鉴定, 鉴定出的 11 个高抗大豆食心虫的大豆品种中中国品种占了 6 个; 在 42 份抗性大豆品种中, 中国的占 60% 以上。

对所研究的大豆品种据来源不同按地理生态区进行分类(图 3), 结果表明: 欧盟地区的高感大豆材料占 72%, 而高抗虫材料只占 1%, 但显示出了地区内的抗感品种的集中性, 如 5 个法国品种中有 3 个是抗虫的, 仅有的 1 个高抗品种来自于立陶宛。群体抗虫性最好在中国, 高抗的占 3.8%; 其次在俄罗斯, 高抗的占 2.0% (图 3)。中国和俄罗斯的大豆材料的抗虫性也表现出高度集中性, 比如在抗虫较好的是垦丰和垦农系列和全俄大豆研究所的材料, 这可能与育种机构对材料的选择和育种侧重有关。

2.4 大豆食心虫抗性与农艺性状的相关性分析

2.4.1 虫食率与大豆植株农艺性状的相关性 将 336 份大豆品种的虫食率与大豆植株的株高、节数、单株荚数、单株粒数、单株粒重和百粒重数据进行相关分析, 得出虫食率与各性状的相关关系。结果表明虫食率与节数、单株粒数、单株粒重、百粒重均呈极显著正相关, 相关系数 (r) 分别为 0.674, 0.625, 0.669, 0.341。虫食率与大豆植株株高之间呈负相关 (r = -0.139), 由此可知大豆植株矮小、节

数少的大豆植株有利于抗虫, 可能是因为大豆食心虫成虫活动期飞翔力较弱, 飞翔后优先降落于相对节数较多、植株较高的大豆植株上进行产卵, 而不是优先选择节数相对少的矮的大豆植株。虫食率与单株粒重、百粒重呈极显著正相关, 说明籽粒小的品种有利于抗虫。

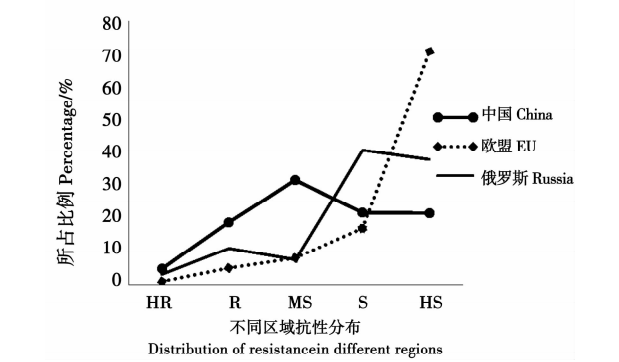


图 3 大豆品种的在不同区域的生态分布

Fig. 3 Distribution of soybean cultivars with different resistance levels

2.4.2 虫食率与荚皮形态性状的相关性 虫食率与荚皮形态性状的相关性分析表明, 虫食粒数与豆荚的茸毛密度之间呈极显著正相关性 (r = 0.693), 与荚皮颜色呈负相关, 但不显著 (r = -0.089), 说明大豆食心虫倾向于在茸毛多的大豆植株上产卵, 可能是因为豆荚茸毛多更有利于大豆食心虫成虫在豆荚产卵, 且卵在茸毛多的豆荚上附着力更强, 而荚皮的颜色对大豆食心虫产卵习性影响不大。

2.4.3 虫食率与籽粒形态性状的相关性分析 虫食率与大豆籽粒的种皮和种脐颜色的相关性进行分析(图 4), 结果表明虫食率与种皮颜色呈极显著正相关性 (r = 0.697), 与种脐颜色呈不显著的正相关 (r = 0.0056), 说明籽粒的种皮是黑色时, 可能影响大豆食心虫幼虫的取食, 所以有利于提高大豆植株的抗虫性, 而种皮是灰色、绿色和棕色的豆粒, 大豆食心虫幼虫喜欢取食。但是籽粒的种脐颜色和大豆品种食心虫抗虫性无相关性。

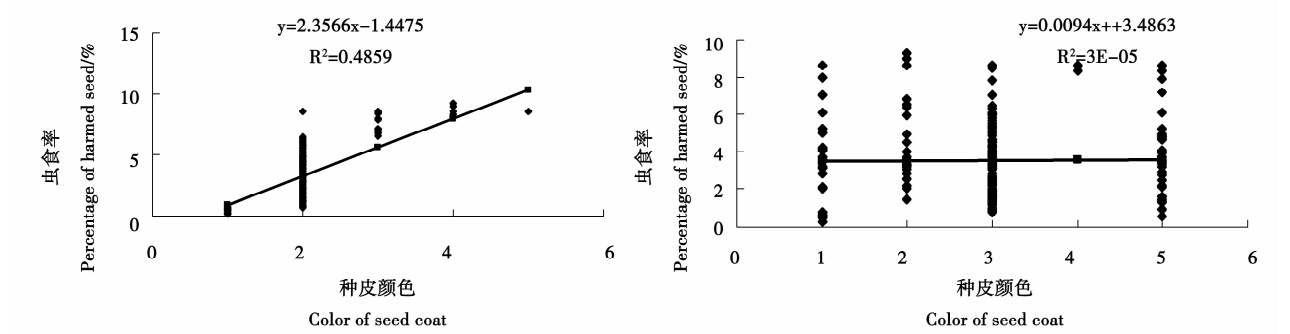


图 4 虫食粒数与籽粒形态性状之间的关系

Fig. 4 The correlation between the percentage of the seeds eaten by pod borer and seed characters

3 结论与讨论

王克勤等^[8]2006 年在大豆食心虫发生高峰期,田间采集成虫,自然接虫到鉴定圃。收获时,调查虫蛀莢数、虫食粒数和产量。利用此方法,从 120 份当地品种(系)中筛选出黑农 40、垦农 4 号、垦农 5 号、合丰 25、垦丰 8 号、垦农 18、垦鉴豆 3 号和合丰 39 共 8 个高抗大豆食心虫品种和黑河 27 等高感大豆品种,本研究利用上述研究结果,以垦农 18 作为抗虫对照和黑河 27 作为感虫对照,对来自 20 个国家的 336 份大豆材料,利用自然感虫方法,采用郭守桂等 1985 年建立的虫食率为指标的 5 级抗性鉴定标,进行连续 3 年重复鉴定,共鉴定出 11 份高抗大豆食心虫的大豆品种和 42 个一般抗性品种,但是没有鉴定出完全免疫的大豆品种,这和王继安等 2001 年^[13]、王克勤等 2006 年^[8]的鉴定结果相一致。

大豆食心虫主要发生在中国东北部、俄罗斯远东地区、日本和朝鲜,以在中国东北部和俄罗斯的远东地区发生较重,本研究抗性鉴定结果表明,筛选出的抗食心虫的大豆材料主要来自中国、俄罗斯等大豆食心虫发生地区,可能是品种选育时,一直伴随着大豆食心虫危害压力,所以上述地区大豆品种食心虫抗性较好,但在不发生大豆食心虫的加拿大、美国、斯洛伐克、立陶宛等国家也筛选出少量的高抗大豆品种,因此,今后不仅要在大豆食心虫高发地区的大豆品种中筛选抗性材料,也可以在大豆食心虫未发地区的大豆品种中筛选抗性材料,为培育高抗优质大豆品种提供大豆种质。同时,应针对不同地理生态区大豆种质资源抗大豆食心虫抗性特征,有选择性地对原始材料的收集和分类,提高抗性育种效率。

参考文献

[1] Zhao G Y, Wang J, Han Y P, et al. Identification of QTL underlying the resistance of soybean to pod borer, *Leguminivora glycinivorella* (Mats.) obartztsov, and correlations with plant, pod and seed traits[J]. Euphytica, 2008,164:275-282.

[2] Hu D H, He J, Zhou Y W, et al. Synthesis and field evaluation of the sex pheromone analogues to soybean pod borer *Leguminivora glycinivorella*[J]. Molecules, 2012,17(10):12140-12150.

[3] Zhang T, Feng J, Cai C, et al. Synthesis and field test of three candidates for soybean pod borer's sex pheromone[J]. Natural Product Communications, 2011,6(9):1323-1326.

[4] 刘洋,王继安,赵奎军. 大豆抗食心虫性遗传研究[J]. 东北

农业大学学报, 2005, 36(2): 138-141. (Liu Y, Wang J A, Zhao K J. Genetic studies of soybean pod borer resistant[J]. Journal of Northeast Agricultural University, 2005, 36(2): 138-141.)

[5] 郭守桂,冯真,单玉莲,等. 大豆品种抗大豆食心虫性研究[J]. 吉林农业科学,1985(3):58-65. (Guo S G, Feng Z, Shan Y L, et al. Study on soybean pod borer resistant of soybean varieties[J]. Jilin Agricultural Sciences, 1985(3):58-65.)

[6] 岳德荣,郭守桂,吕景量,等. 大豆品种抗大豆食心虫性研究 3 [J]. 吉林农业科学,1987(2):57-60. (Qiu D R, Guo S G, Lyu J L, et al. Study on soybean pod borer resistant of soybean varieties 3 [J]. Jilin Agricultural Sciences, 1987(2):57-60.)

[7] 赵爱莉,王陆玲,王晓丽,等. 大豆品种虫食率与其他性状关系的探讨[C]//全国“七五”大豆育种攻关会论文集,1988:83-84. (Zhao A L, Wang L L, Wang X L, et al. The explore between herbivory rate and other traits of soybean varieties[C]//National “Seven Five” Proceedings of Soybean Breeding Research, 1988: 83-84.)

[8] 王克勤,李新民,刘兴龙,等. 黑龙江省大豆品种对大豆食心虫抗性评价[J]. 大豆科学,2006,25(2):153-157. (Wang K Q, Li X M, Liu X L, et al. Evaluation of Heilongjiang soybean varieties resistant to soybean pod borer[J]. Soybean Science, 2006, 25(2):153-157.)

[9] 胡国华. 大豆品质生态特性及其遗传表达特性的研究[D]. 哈尔滨:东北农业大学,2004:36-39. (Hu G H. Soybean quality and ecological characteristics and their genetic expression characteristics[D]. Harbin: Journal of Northeast Agricultural University, 2004: 36-39.)

[10] 胡明祥,于德洋,万超文,等. 不同生态区域环境对中国大豆品质的影响[J]. 大豆科学,1990(1):62-65. (Hu M X, Yu D Y, Wan C W, et al. Environmental impact of different ecological regions of China soybean quality[J]. Soybean Science, 1990(1): 62-65.)

[11] 王连铮,王岚,肖文言,等. 优质、高产大豆育种的研究[J]. 大豆科学,2006(3):205-211. (Wang L Z, Wang L, Xiao W Y, et al. High-quality, high-yielding soybean breeding research[J]. Soybean Science, 2006(3):205-211.)

[12] 赵团结,盖钧镒,邱家驹,等. 超高产大豆育种研究的进展与讨论[J]. 中国农业科学,2006,39(1):29-37. (Zhao T J, Gai J Y, Qiu J X, et al. Progress and discussion of super high yielding soybean breeding research [J]. Chinese Agricultural Science, 2006,39(1):29-37.)

[13] 王继安,王雪峰,姬长举. 不同播期对极早熟大豆产量及农艺性状的影响[J]. 大豆科学,2001,20(2):149-152. (Wang J A, Wang X F, Ji C J. Effect of different sowing dates on very early maturing soybean yield and agronomic traits [J]. Soybean Science, 2001,20(2):149-152.)

[14] 张瑞军,师颖,冯瑞云,等. 我国大豆育种的现状与发展对策 [J]. 山西农业科学,2008,36(12):20-22. (Zhang R J, Shi Y, Feng R Y. Situation and development strategy of China's soybean breeding[J]. Shanxi Agricultural Sciences, 2008, 36(12): 20-22.)