

# 高粱种质资源抗蚜性评价

杨慧勇, 柳青山, 张一中, 张福耀, 张晓娟, 李志华, 范昕琦, 聂萌恩, 赵建武

(山西省农业科学院高粱研究所 / 高粱遗传与种质创新山西省重点实验室, 榆次 030600)

**摘要:** 利用苗期室内鉴定和成株期田间自然感蚜鉴定相结合的方法对 292 份高粱育种材料进行麦二叉蚜和高粱蚜的抗性鉴定, 旨在为高粱抗蚜品种的聚合育种及品种抗蚜性改良提供精准抗源。抗性鉴定结果显示, PB14648-6、PI550607、Tx2737 的抗性比较稳定, 在苗期和成株期均对麦二叉蚜表现出一定的抗性; 3765 白 B、L27(粉)、R1027、冀蚜 2 号在苗期和成株期均表现抗高粱蚜; 仅在成株期鉴定中筛选到河北糯 R、青稞洋、Tx2737 同时对高粱蚜和麦二叉蚜有较好抗性, 也仅达到抗(R)级水平。从统计结果来看, 苗期接种麦二叉蚜 14 d 抗性呈极显著差异; 而接种高粱蚜 7 d 抗性呈显著差异, 接蚜后 10 d、14 d 抗性呈极显著差异。接蚜 14 d 后, 高感材料出现死亡、干枯现象, 抗感性易于鉴别, 因此, 接蚜后 14 d 是进行苗期抗、感性分析的最佳调查时期; 在高粱成株期抗蚜鉴定中, 全生育期平均蚜量与盛发期平均蚜量有较高正相关关系(麦二叉蚜相关系数为 0.844, 高粱蚜为 0.954), 盛发期蚜量能够较好的代表供试材料的田间抗性, 可以用于高粱抗蚜鉴定复筛试验。

**关键词:** 高粱; 麦二叉蚜; 高粱蚜; 抗蚜性; 评价

## Evaluation of Aphid Resistance of Sorghum Germplasm Resources

YANG Hui-yong, LIU Qing-shan, ZHANG Yi-zhong, ZHANG Fu-yao, ZHANG Xiao-juan, Li Zhi-hua, FAN Xin-qi, NIE Meng-en, ZHAO Jian-wu

(Sorghum Institute, Shanxi Academy of Agricultural Sciences/Shanxi Key Laboratory of  
Sorghum Genetic and Germplasm Innovation, Yuci 030600)

**Abstract:** In this study, 292 sorghum breeding lines were subjected for tests against the infections of greenbug (*Schizaphis graminum*) and sugarcane aphid (*Melanaphis sacchari*) at seedling stage and adult stage, in order to identify the parental lines with reliable resistance used for resistance pyramiding in sorghum breeding. As a result, at both seedling and adult stages three genotypes including PB14648-6, PI550607 and Tx2737 represented constantly resistant against the greenbug, while the lines 3765 white B, L27( powder ), R1027 and Jiya2 were resistant to sugarcane aphid. Three genotypes Hebeinuo R, Qingkeyang and Tx2737 showed moderately resistant to both greenbug and sugarcane aphid at adult stage. The statistical analysis revealed a very significant difference after 14 days infested by greenbug ( $p<0.01$ ). The significant differences were observed after 7 d ( $p<0.05$ ) and 10 d, 14 d ( $p<0.01$ ) infested by sugarcane aphid. The resistance varieties became visible easily, because the plants showing high-sensitive died or dried up 14 days post infection ( dpi ). In the identification of aphid resistance at the adult stage of sorghum, a higher positive correlation ( greenbug, 0.844, sugarcane aphid, 0.954 ) between the average numbers of aphids in adult plant stage, in relative to that at peak growth period was

收稿日期: 2020-03-25 修回日期: 2020-04-07 网络出版日期: 2020-05-07

URL: <http://doi.org/10.13430/j.cnki.jpgr.20200325002>

第一作者研究方向为高粱抗病虫育种, E-mail: hyyang1980@126.com

通信作者: 赵建武, 研究方向为高粱栽培技术, E-mail: 279367655@qq.com

基金项目: 山西省农业科学院“农谷”研发专项(YCX2018210); 山西省专利推广实施资助专项(2019032); 山西省重点研发计划重点项目(201703D211002-9-1); 山西省农业科学院生物育种工程项目(17yzgc030); 晋中市科技重点研发计划(农业)(Y192016)

**Foundation projects:** The ‘NongGu’ R & D Special Item of Shanxi Academy of Agricultural Sciences ( YCX2018210 ), The Support Project of Shanxi Province Patent Promotion and Implementation ( 2019032 ), The Key R & D Projects of Shanxi Province ( 201703D211002-9-1 ), The Biological Breeding Project of Shanxi Academy of Agricultural Sciences ( 17yzgc030 ), The Key R & D Plan of Science and Technology of Jinzhong ( Agriculture )( Y192016 )

observed. The resistance level at peak growth period could be deployed to reflect that of the adult stage which could be used for the re-identification test for aphid resistance of sorghum.

**Key words:** sorghum; greenbug; sugarcane aphid; aphid resistance; evaluation

高粱蚜(*Melanaphis sacchari*)和麦二叉蚜(*Schizaphis graminum*)是高粱生育期中的主要虫害,高粱蚜喜食较老的叶片,麦二叉蚜喜食较嫩叶片。两种蚜虫对高粱的产量及品质均有影响<sup>[1]</sup>,同时还可传播多种病毒病,造成更大的危害。目前,生产上主要通过药剂进行防治,但高粱对大多数药剂(有机磷类、烟碱类)较为敏感,容易产生药害。因此,培育抗蚜品种是高粱品种选育的主要目标之一<sup>[2]</sup>。而抗蚜种质资源的筛选是高粱抗蚜品种选育的前提及基础。

目前,董怀玉等<sup>[3]</sup>对1266份高粱种质进行抗高粱蚜鉴定,筛选出9份高抗材料和23份抗性材料。张秉铭等<sup>[4]</sup>对14份饲用高粱品种采用蚜量比值法和蚜害指数法进行抗蚜性评价,结果表明,绝佳、3180、大卡和牧乐8000对大田混合蚜种群表现中抗。在对麦二叉蚜的抗性筛选中,Huang<sup>[5]</sup>从30000份高粱材料中鉴定出21份对麦二叉蚜I型小种表现出不同程度抗性的材料;Andrews等<sup>[6]</sup>对110份俄罗斯高粱种质进行麦二叉蚜I型小种抗性鉴定,筛选到10份高抗材料。国内高粱种质资源鉴定主要集中在抗高粱蚜鉴定方面,对麦二叉蚜的抗性鉴定未见报道。

综上所述,高粱的抗蚜资源缺乏,且已有报道中多针对混合蚜进行抗性评价,不利于抗蚜聚合育种的进行。因此,本研究对292份高粱种质资源分别进行抗高粱蚜和麦二叉蚜的鉴定试验,以期为高粱抗蚜品种的聚合育种及品种抗蚜性改良提供精准抗源。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料来源

本研究供试292份高粱种质资源由山西省农业科学院高粱研究所提供,其中中国高粱及改良系239份、美国37份、印度11份,其他来源5份。

### 1.2 鉴定方法

**1.2.1 苗期鉴定** 试验于2018年在山西省农业科学院高粱研究所育种基地大棚内进行(晋中、榆次),试验材料分两批播种于50穴的育苗盘(54 cm×28 cm×10 cm),随机区组排列,3次重复,每份材料播种1穴,10粒/穴。第1批7月

上旬播种,用于麦二叉蚜鉴定,第2批于8月上旬播种,用于高粱蚜鉴定。保持棚内通风,棚温在14~26℃。

出苗后2周,从大田易感植株上分别采集麦二叉蚜和高粱蚜,用毛刷轻轻刷到植株叶片上,每份材料接蚜100头。分别于接蚜后7 d、10 d、14 d调查每穴材料叶片的受害百分比,麦二叉蚜调查性状为叶片出现红点,高粱蚜调查性状为叶片发黄。分级标准参照Burd等<sup>[7]</sup>的方法,分级范围有所改动(表1)。调查结果采用dps7.05进行方差分析。

表1 抗蚜鉴定分级标准

Table 1 The classification of aphid resistance

苗期鉴定标准 Identification standard at seedling stage		成株期鉴定标准 Identification standard at adult stage	
抗性级别 Resistance level	叶片受害百分比(%) Percentage of the damaged leaves	抗性级别 Resistance level	单株蚜量(头) Aphid number ratio
免疫 I	0	高抗 HR	0~60
高抗 HR	0.1~5	抗 R	61~300
抗 R	5.1~20	中感 MS	301~600
中抗 MR	20.1~40	感 S	601~1000
感 S	40.1~80	高感 HS	1000以上
高感 HS	80.1~100或死亡	—	—

I: Immune, HR: Highly resistant, R: Fairly resistant, MR: Moderately resistant, S: Susceptible, MS: Moderately susceptible, HS: Highly susceptible. The same as below

**1.2.2 成株期鉴定** 试验在山西省农业科学院高粱研究所育种基地试验田进行(晋中、榆次),2018-2019年进行了两年的成株期抗蚜鉴定试验,田间顺序排列,每份材料种2行,行长5 m,行距40 cm。全生育期不施加农药,植株自然感蚜。于7~8月期间分别进行麦二叉蚜和高粱蚜的全株蚜量调查,每份材料定点调查5株,每10 d调查1次。计算各材料平均蚜量,取两年调查数据中蚜害较重的数据进行分级,分级标准参考王富德等<sup>[8]</sup>的方法(表1)。利用dps7.05对各材料的全生育期平均蚜量与盛发期平均蚜量进行相关分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 麦二叉蚜抗性鉴定结果分析

苗期鉴定结果显示,对麦二叉蚜抗级材料仅4份(占1.37%),其中PI550607为免疫品种,PB14648-6表现为抗,L16(白)和Tx2737表现为中抗。L16(白)来自中国山西,其他3份材料来自美国,未筛选到高抗材料。感级材料共43份(占14.73%),高感材料共243份(占83.22%)。

成株期鉴定结果显示,高抗材料有2份(占0.68%):PB14648-6、Tx2737;抗级材料4份(占1.37%):黑3038B、PI550607、河北糯R、青稞洋;中感材料16份(占5.48%),感级材料8份(占2.74%),高感材料262份(占89.73%)。

结合苗期和成株期鉴定结果发现,PB14648-6、PI550607、Tx2737均表现抗性且稳定。L16(白)仅苗期具有抗性,而黑3038B、河北糯R、青稞洋仅在成株期具有抗性。286份材料(占97.95%)在苗期和成株期抗、感性表现一致(表2)。

表2 292份种质来源及抗性鉴定结果

Table 2 The origin and the level of aphid resistance of 292 varieties

品种(系) Variety (Line)	来源 Origin	麦二叉蚜 <i>Schizaphis graminum</i>		高粱蚜 <i>Melanaphis sacchari</i>	
		苗期 Seedling stage	成株期 Adult stage	苗期 Seedling stage	成株期 Adult stage
0-30	中国辽宁	S	HS	HS	HS
0-30 红粒变	中国山西	HS	HS	HS	S
053005	中国山西	HS	HS	HS	HS
053025	中国山西	HS	HS	HS	HS
053032	中国山西	HS	HS	HS	MS
053043(白)	中国山西	S	HS	S	HR
055059	中国山西	HS	HS	HS	HS
055100	中国山西	HS	HS	HS	MS
055525(长脖)	中国山西	HS	HS	S	R
072185	中国黑龙江	S	S	S	MS
072194	中国黑龙江	HS	HS	S	S
07221R	中国四川	HS	HS	HS	MS
083007	中国山西	HS	HS	S	R
083021	中国山西	HS	HS	HS	HS
083022	中国山西	HS	HS	HS	HR
083057	中国山西	HS	HS	HS	HS
09272	中国吉林	HS	HS	HS	S
09274	中国吉林	S	HS	HS	HS
09277	中国吉林	HS	HS	HS	R

### 2.2 高粱蚜抗性鉴定结果分析

苗期鉴定筛选到对高粱蚜高抗的材料仅有L27(粉),抗级材料有R1027和冀蚜2号,中抗材料有3765白B,这4份材料均来自中国,外来引进品种未筛选到抗性材料。抗性材料占所有检测材料的1.37%,感级材料占20.55%,高感材料占77.4%。

成株期筛选到高抗材料29份(占9.93%),抗级材料23份(占7.88%),中感材料占32.88%,感级材料占12.33%,高感材料占36.99%。其中,3765白B、L27(粉)、R1027和冀蚜2号在苗期和成株期均抗高粱蚜。292份材料中,47份材料苗期鉴定为感蚜材料而成株期表现为抗性,243份(占83.22%)材料在苗期和成株期抗、感性表现基本一致(表2)。

### 2.3 兼抗结果分析

苗期鉴定未筛选到兼抗麦二叉蚜和高粱蚜的材料,成株期鉴定筛选到河北糯R、青稞洋、Tx2737这3份材料同时对高粱蚜和麦二叉蚜有较好抗性,也仅达到抗级水平(表2),兼抗材料很少。

表2(续)

品种(系) Variety (Line)	来源 Origin	麦二叉蚜 <i>Schizaphis graminum</i>		高粱蚜 <i>Melanaphis sacchari</i>	
		苗期 Seedling stage	成株期 Adult stage	苗期 Seedling stage	成株期 Adult stage
09279	中国吉林	S	HS	HS	HR
09304	中国吉林	HS	HS	S	R
09305	中国吉林	HS	HS	S	MS
09307	中国吉林	S	HS	S	HR
09313	中国吉林	HS	HS	HS	R
1000R	印度	HS	HS	HS	HS
1121R	中国四川	HS	HS	HS	HS
11270	中国吉林	HS	HS	HS	HS
11271	中国吉林	S	HS	S	HS
1383-2	中国山西	HS	HS	HS	S
1383-2/157 粉	中国山西	HS	HS	S	HR
1383-2/ 香 0234	中国山西	HS	HS	HS	HR
2014HC-1	中国山西	HS	HS	HS	MS
2014HC-2	中国山西	HS	HS	HS	MS
2014HC-3	中国山西	HS	HS	HS	HS
2014HC-4	中国山西	HS	HS	HS	MS
265-1Y	中国山西	HS	HS	S	MS
28F	中国四川	HS	MS	HS	HS
28R/ 吉 16	中国四川	HS	S	S	HS
304-1(大粒)	中国山西	S	HS	HS	MS
3268B	中国辽宁	S	HS	HS	HS
34-33	中国山西	HS	HS	S	MS
3438R	中国山西	HS	HS	HS	MS
3560R	中国四川	HS	S	HS	MS
4003	中国辽宁	HS	HS	HS	HS
44F/gd1697-2	中国山西	HS	S	HS	HS
44F/L17	中国山西	HS	HS	HS	HS
44R	中国四川	HS	MS	HS	HS
4930	中国辽宁	HS	HS	HS	S
5-26	中国辽宁	HS	HS	S	HR
5-27	中国辽宁	HS	HS	HS	HR
58R	中国四川	HS	HS	HS	HS
58R/L17	中国山西	HS	MS	HS	MS
60R	中国四川	HS	HS	HS	MS
60R/J3294	中国山西	HS	MS	S	HS
60R/L17	中国山西	HS	HS	HS	MS
654	中国辽宁	S	HS	HS	HS
657-1	中国四川	HS	HS	HS	HS

表2(续)

品种(系) Variety (Line)	来源 Origin	麦二叉蚜 <i>Schizaphis graminum</i>		高粱蚜 <i>Melanaphis sacchari</i>	
		苗期 Seedling stage	成株期 Adult stage	苗期 Seedling stage	成株期 Adult stage
6-6	中国山西	HS	HS	HS	HS
67B	中国山西	HS	HS	HS	HS
Tx7000B	美国	HS	HS	HS	MS
7050B	美国	HS	HS	HS	MS
741324(红)	中国山西	HS	HS	HS	MS
93943/157	中国山西	HS	HS	HS	HS
9607R	美国	HS	HS	HS	HS
9609	—	HS	HS	HS	HS
961541	美国	HS	HS	HS	R
961547	美国	HS	HS	HS	HR
961559	美国	HS	HS	S	HS
9717R	美国	HS	HS	HS	HS
9829R	美国	S	HS	HS	MS
A19145	印度	HS	HS	HS	HS
A19740	印度	S	HS	HS	HS
01B	中国四川	HS	HS	HS	HS
053008B	中国山西	S	HS	HS	HS
054020B	中国山西	HS	HS	HS	HS
10361B	中国四川	HS	HS	HS	S
11280B	中国吉林	HS	HS	HS	HS
11476B	中国山西	HS	HS	HS	S
11486B	中国山西	HS	HS	HS	HS
11494B	中国山西	HS	HS	HS	HS
2087/V4 低 B	中国山西	HS	HS	HS	HS
29B	中国四川	HS	HS	HS	HS
3765 白 B	中国山西	HS	HS	MR	R
3765 红 B	中国山西	HS	HS	S	MS
72B/054178(双)B	中国山西	S	HS	HS	MS
7B 大粒 B/Tx7501B	中国山西	HS	HS	HS	S
88021B	中国四川	HS	HS	HS	HS
8808B	中国四川	HS	HS	S	HS
AGR-1B	美国	HS	HS	HS	S
Tx3197B	美国	HS	HS	HS	MS
Tx623B	美国	HS	HS	HS	HS
Tx378B	美国	HS	HS	HS	S
W554/7050 后代	中国山西	HS	HS	HS	S
10337B	中国山西	HS	HS	HS	HS
黑 3022B	中国黑龙江	HS	HS	HS	HR

表2(续)

品种(系) Variety (Line)	来源 Origin	麦二叉蚜 <i>Schizaphis graminum</i>		高粱蚜 <i>Melanaphis sacchari</i>	
		苗期 Seedling stage	成株期 Adult stage	苗期 Seedling stage	成株期 Adult stage
黑3110B	中国黑龙江	HS	HS	S	MS
吉2055B	中国吉林	HS	HS	HS	HS
锦白B	中国辽宁	HS	HS	HS	HS
泸45B	中国四川	S	HS	HS	HS
气死糜子/原8801B	中国山西	HS	HS	HS	S
LgB/R5M874(I)B	中国山西	HS	HS	HS	MS
LgB/R5M874(III)B	中国山西	HS	HS	HS	HS
054052B	中国山西	HS	HS	HS	MS
09315B	中国吉林	HS	HS	HS	HS
10373B	中国山西	HS	HS	S	HS
11506B	中国山西	HS	HS	HS	MS
B35	美国	HS	HS	HS	R
700B	中国山西	HS	HS	HS	HS
V4B	印度	HS	HS	HS	S
黑3038B	中国黑龙江	HS	R	HS	HS
2019-K115	中国山西	HS	HS	HS	HS
Early kalo1#	美国	HS	HS	HS	HR
ESB19B	中国山西	S	MS	HS	MS
ESB25B	中国山西	HS	MS	S	HS
ESB26B	中国山西	HS	HS	HS	HS
Fetarita	美国	HS	HS	HS	S
GB103B	美国	HS	HS	HS	MS
gd1697-2	中国山西	HS	HS	HS	HS
gd1697-2/恢1	中国山西	HS	HS	HS	S
H12	中国山西	HS	HS	HS	MS
H2134	中国黑龙江	HS	HS	HS	HS
H2163	中国黑龙江	HS	HS	S	HS
Hc356	中国山西	HS	HS	S	MS
HD13	中国山西	HS	HS	HS	HS
HD19	中国山西	HS	HS	HS	S
HD27	中国山西	HS	HS	HS	MS
HD31	中国山西	HS	HS	HS	MS
Hegari	非洲	HS	HS	HS	MS
HM65	中国山西	HS	HS	HS	HR
HO260	印度	S	HS	HS	HR
HO2029	中国黑龙江	S	HS	HS	HS
HO2073	中国黑龙江	HS	HS	S	HS
HO2079	中国黑龙江	/	HS	HS	HS

表2(续)

品种(系) Variety (Line)	来源 Origin	麦二叉蚜 <i>Schizaphis graminum</i>		高粱蚜 <i>Melanaphis sacchari</i>	
		苗期 Seedling stage	成株期 Adult stage	苗期 Seedling stage	成株期 Adult stage
Hs121	中国辽宁	HS	HS	HS	HS
HS122	中国辽宁	HS	HS	HS	MS
HS123	中国辽宁	HS	HS	HS	HS
Hs144	中国辽宁	HS	HS	HS	MS
Hs170	中国辽宁	HS	HS	HS	HS
IcSB38	印度	HS	HS	HS	HS
ICSB85	印度	S	S	HS	HS
ICSB88	印度	HS	HS	HS	HS
ICSB97	印度	HS	HS	HS	HS
IS 1139C	美国	HS	HS	S	R
IS4225	美国	S	HS	HS	HS
IS7444c	美国	HS	HS	HS	MS
IS8070	美国	HS	HS	HS	HS
IS955004	美国	HS	HS	HS	R
J3(红)	中国山西	S	HS	HS	HS
J3294	中国山西	HS	HS	HS	MS
J7645早	中国山西	HS	HS	S	MS
L16(白)	中国山西	MR	HS	S	S
L17	中国山西	HS	HS	/	HR
L1早	中国山西	HS	HS	HS	HS
L22(白)	中国山西	S	HS	HS	HS
L24(白)	中国山西	HS	HS	S	HR
L25(白)	中国山西	HS	HS	HS	HS
L27(粉)	中国山西	HS	HS	HR	R
L2B	中国山西	HS	HS	HS	R
L7(白)	中国山西	HS	S	HS	HR
L9137	中国山西	HS	HS	HS	MS
L9198	中国辽宁	HS	HS	S	MS
LgB	中国山西	HS	HS	S	HS
LgB/J7645矮	中国山西	HS	HS	S	MS
LgB/优0-30白矮	中国山西	HS	HS	HS	HS
LNR-4	中国山西	HS	HS	S	HS
LR233	中国山西	HS	HS	HS	HR
LR287-31	美国	HS	HS	HS	HR
L早615	中国山西	S	HS	HS	HR
M60826	印度	S	HS	HS	HS
MR931	印度	HS	HS	HS	HS
PB14648-6	美国	R	HR	HS	HS

表2(续)

品种(系) Variety (Line)	来源 Origin	麦二叉蚜 <i>Schizaphis graminum</i>		高粱蚜 <i>Melanaphis sacchari</i>	
		苗期 Seedling stage	成株期 Adult stage	苗期 Seedling stage	成株期 Adult stage
PI550607	美国	I	R	HS	HS
2019-K119	中国山西	HS	HS	HS	S
Q6冀杂5号	中国河北	HS	HS	HS	HS
R1027	中国辽宁	S	HS	R	HR
R111	中国山西	HS	HS	HS	MS
R5M874B	中国山西	HS	HS	HS	HS
SA281	美国	HS	HS	HS	S
SC240-14E	美国	HS	HS	S	MS
SC499-14E	美国	HS	HS	S	MS
sug中杆	中国山西	HS	HS	HS	HS
SX44B	中国山西	HS	MS	HS	HS
2019-K116	中国山西	S	HS	HS	HS
TAM2571	美国	S	HS	HS	HR
TAM428	美国	HS	HS	S	HR
Tx2737	美国	MR	HR	S	R
Tx2783	美国	HS	HS	S	MS
Tx2911	美国	HS	HS	S	S
TX398	美国	HS	HS	HS	MS
Tx414	美国	HS	HS	S	MS
Tx635B	美国	HS	HS	/	HS
Tx7078	美国	HS	HS	HS	MS
Y289	中国辽宁	S	HS	HS	MS
Y291	中国辽宁	S	HS	HS	HS
Y6B	中国山西	HS	MS	HS	S
浑源矮高粱	中国山西	HS	HS	HS	MS
澳洲红高粱	澳大利亚	HS	HS	HS	HS
八股权	中国	HS	HS	HS	MS
朝ZK1R	中国山西	HS	HS	S	MS
程16881R	中国山西	HS	HS	HS	MS
程97802-16	中国山西	HS	HS	HS	S
大北农白糯	中国	HS	HS	S	HR
大北农白糯/L17	中国山西	/	HS	HS	MS
大北农红糯	中国	HS	MS	HS	S
大红杆	中国	HS	HS	S	HS
大红粒	中国山西	S	HS	S	MS
低杆资源/L17	中国山西	HS	MS	HS	HS
东北10R/07221	中国山西	HS	HS	HS	MS
东北5R	中国吉林	HS	HS	HS	MS

表2(续)

品种(系) Variety (Line)	来源 Origin	麦二叉蚜 <i>Schizaphis graminum</i>		高粱蚜 <i>Melanaphis sacchari</i>	
		苗期 Seedling stage	成株期 Adult stage	苗期 Seedling stage	成株期 Adult stage
1-26B	中国辽宁	HS	HS	HS	S
非洲高粱1	马达加斯加	HS	HS	HS	MS
非洲高粱2	马达加斯加	HS	HS	HS	MS
分枝大红穗	中国辽宁	HS	MS	HS	HS
高赖组合	中国山西	HS	HS	HS	R
2019-K24	中国吉林	HS	HS	HS	MS
2019-K25	中国吉林	HS	HS	HS	MS
郭双粒	中国山西	S	MS	HS	HS
国窖红	中国四川	HS	HS	S	S
河北糯R	中国河北	HS	R	HS	R
河南R	中国河南	HS	MS	S	HR
黑1B	中国黑龙江	HS	HS	HS	MS
黑2B	中国黑龙江	HS	HS	HS	S
黑2R	中国黑龙江	S	HS	HS	R
黑3B	中国黑龙江	S	HS	S	MS
黑5R	中国黑龙江	S	HS	HS	MS
黑R	中国黑龙江	HS	HS	HS	HS
黑Tx430	美国	HS	HS	HS	HS
黑恢1	中国山西	S	HS	HS	MS
红樱子	中国贵州	HS	HS	S	MS
黄粒高粱(四川)	中国四川	HS	MS	HS	R
黄粒资源	中国山西	S	MS	HS	R
2019-K175	中国山西	HS	HS	HS	MS
恢1变	中国山西	HS	HS	HS	S
浑源白高粱	中国山西	HS	HS	HS	R
吉12	中国吉林	HS	HS	HS	S
吉13	中国吉林	S	HS	HS	HS
吉15	中国吉林	HS	HS	HS	S
吉16	中国吉林	HS	HS	HS	MS
吉207	中国吉林	HS	HS	HS	HR
吉21	中国吉林	HS	HS	S	MS
吉26	中国吉林	HS	HS	HS	HS
吉31	中国吉林	HS	HS	HS	MS
吉34	中国吉林	HS	HS	HS	HR
吉7	中国吉林	HS	HS	HS	S
吉7030	中国吉林	HS	HS	HS	HR
吉8713B	中国吉林	HS	HS	S	S
吉9	中国吉林	HS	HS	S	S
吉R105	中国吉林	HS	HS	S	R
吉林农家种	中国吉林	HS	HS	HS	MS
冀蚜2号	中国河北	HS	HS	R	HR
锦B	中国辽宁	HS	HS	HS	S

表2(续)

品种(系) Variety (Line)	来源 Origin	麦二叉蚜 <i>Schizaphis graminum</i>		高粱蚜 <i>Melanaphis sacchari</i>	
		苗期 Seedling stage	成株期 Adult stage	苗期 Seedling stage	成株期 Adult stage
锦 R	中国辽宁	HS	HS	S	MS
锦 Y15	中国辽宁	HS	HS	HS	MS
锦 Y20	中国辽宁	HS	HS	HS	MS
锦白 R	中国辽宁	HS	HS	HS	MS
晋辐一号	中国山西	HS	HS	HS	MS
晋梁五号	中国山西	HS	HS	HS	MS
晋五 53h	中国山西	HS	HS	S	MS
辽 0-01 糯	中国辽宁	HS	MS	S	MS
辽 115	中国辽宁	HS	HS	HS	HS
辽 116	中国辽宁	HS	HS	HS	MS
辽恢 1101R	中国辽宁	HS	HS	HS	MS
辽宁黑高粱	中国山西	HS	HS	HS	HS
辽糯	中国辽宁	HS	HS	S	MS
泸恢 1	中国四川	HS	HS	HS	MS
泸恢 101	中国四川	HS	HS	HS	R
泸恢 101/L17	中国山西	S	HS	HS	HR
泸晋 57 系	中国山西	HS	HS	HS	HS
南 133	中国吉林	S	HS	HS	MS
糯 R-1	中国黑龙江	HS	HS	HS	MS
糯 R-2	中国黑龙江	S	HS	HS	S
品 626	中国山西	HS	HS	HS	HS
气杀雾	中国	HS	HS	HS	MS
黔高 8 号	中国贵州	HS	HS	HS	R
青稞洋	中国四川	HS	R	HS	R
三尺三	中国山西	HS	HS	HS	MS
邵 R	中国山西	HS	HS	HS	MS
铁 10135	中国辽宁	S	HS	S	MS
铁 10183	中国辽宁	HS	HS	HS	HS
铁 10612	中国辽宁	HS	HS	S	HS
铁 10614	中国辽宁	HS	HS	S	MS
铁 2090	中国辽宁	HS	HS	S	MS
铁恢 157	中国辽宁	HS	HS	HS	HS
湘糯 R	中国湖南	HS	S	HS	HS
小白高粱	中国辽宁	HS	HS	HS	S
小护脖	中国	HS	S	HS	MS
小老头矮高粱	中国	HS	HS	HS	HS
忻梁 52	中国山西	HS	HS	HS	MS
忻梁 80	中国山西	HS	HS	HS	MS
忻梁七号	中国山西	S	HS	S	MS
优 0-30	中国山西	HS	HS	HS	S
张辽父(白)	中国山西	S	HS	HS	HS

## 2.4 接蚜时期结果分析

对苗期鉴定结果进行方差分析,接种麦二叉蚜7 d、10 d处理间均无显著差异,接蚜14 d呈极显著差异;而接种高粱蚜7 d处理间呈显著差异,接蚜10 d、14 d呈极显著差异(表3),且苗期表型调查显

示,接蚜14 d后,高感材料均出现死亡、干枯现象。对成株期各材料全生育期与盛发期平均蚜量进行相关分析,结果显示,全生育期与盛发期之间存在较高正相关关系,麦二叉蚜的抗性相关系数为0.844,高粱蚜的抗性相关系数为0.954。

表3 苗期不同调查时期的方差分析表

Table 3 The ANOVA result of different survey dates at seedling stage

蚜虫类别 Aphid species	调查时期 Survey date	变异来源 Source of variation	平方和 SS	自由度 df	均方 MS	F值 F value
麦二叉蚜 <i>Schizaphis graminum</i>	接蚜7 d	处理间	33787529.840	291	116108.35	1.044
		处理内	64967571.333	584	111245.8413	
		总变异	98755101.174	875		
	接蚜10 d	处理间	638124.743	291	2192.869	1.102
		处理内	1162350.000	584	1990.325	
		总变异	1800474.743	875		
	接蚜14 d	处理间	134845.063	291	463.385	2.146 <sup>**</sup>
		处理内	126083.333	584	215.896	
		总变异	260928.396	875		
高粱蚜 <i>Melanaphis sacchari</i>	接蚜7 d	处理间	546553.653	291	1878.1912	1.231 <sup>*</sup>
		处理内	891050.000	584	1525.7705	
		总变异	1437603.653	875		
	接蚜10 d	处理间	506830.708	291	1741.6863	1.804 <sup>**</sup>
		处理内	563950.000	584	965.6678	
		总变异	1070780.708	875		
	接蚜14 d	处理间	184059.018	291	632.5052	1.591 <sup>**</sup>
		处理内	232166.667	584	397.5457	
		总变异	416225.685	875		

\*表示显著差异, \*\*表示极显著差异

\* indicates significance at the 0.05 level, \*\* indicates significance at the 0.01 level

## 3 讨论

本研究通过苗期室内鉴定和成株期自然感蚜鉴定相结合的方法对292份材料进行了麦二叉蚜和高粱蚜的抗性鉴定,明确了这些材料在不同时期的抗蚜特性。从鉴定结果可以看出,高感材料占比较高,抗蚜资源稀缺,今后需加大对育种材料的抗性改良;从筛选到的抗性种质看,抗麦二叉蚜种质PI550607、PB14648-6等对高粱蚜都失去抗性,抗高粱蚜种质3765白B、L27(粉)、R1027、冀蚜2号对麦二叉蚜均表现出高感或中感,表明高粱对两种蚜虫的抗性机制存在差异,需要对两种蚜虫抗性进行聚合。

据报道,PI550607抗美国麦二叉蚜I型和K型生理小种<sup>[9-10]</sup>,Tx2737抗美国麦二叉蚜C型小种、感E型小种<sup>[11]</sup>,而在本研究中对麦二叉蚜的抗性鉴定结果显示,PI550607、Tx2737、PB14648-6的抗性比较稳定,在苗期和成株期均表现出一定的抗性。3765白B、L27(粉)、R1027、冀蚜2号在苗期和成株期均表现抗高粱蚜,这7份材料可以用于高粱抗蚜聚合育种进程。有报道显示IS1139C、TAM428和Tx2737均抗高粱蚜<sup>[3, 12]</sup>,但在本研究中苗期鉴定表现感高粱蚜,需要明确其抗性机理。此外,需要对成株期兼抗两种蚜虫的3份材料(河北糯R、青稞洋、Tx2737)进行进一步的抗性鉴定及机理研究,以更好地应用到抗蚜育种进程中。

从统计结果来看,麦二叉蚜苗期接蚜14 d后达极显著性差异,而高粱蚜接蚜后7 d达显著性差异,但室内调查中发现接蚜14 d后,高感材料出现死亡、干枯现象,抗感性易于鉴别,因此,本研究中采用14 d的调查结果进行抗、感性分析;成株期调查中,全生育期的平均蚜量与盛发期的平均蚜量有较高的相关系数,这与张秉铭等<sup>[4]</sup>的研究结论一致。因此,以盛发期代表整个生育期的抗蚜性可用于高粱抗蚜鉴定复筛试验。

从鉴定结果来看,苗期与成株期鉴定材料的抗、感性表现基本一致(麦二叉蚜占比97.95%、高粱蚜占比83.23%),这与Hagio等<sup>[13]</sup>的研究结论一致。Teetes<sup>[14]</sup>认为具有抗生性和趋避性的种质在植株整个生育期的抗性表现是不变的,且苗期比较容易进行鉴定。因此,对苗期初筛的抗性种质进行成株期复鉴,能够筛选到具有抗生性和趋避性的抗性种质。

#### 参考文献

- [1] 杜瑞恒,甘耀进,籍贵苏,马继芳,侯升林,李顺国,王新玉,吕芃,魏志敏,张玉华,赵立欣,张艳丽.蚜虫发生对甜高粱主要经济性状影响的研究//中国作物学会2006年学术年会论文集.《云南农业大学学报》编辑部,2006:97-100  
Du R H, Gan Y J, Ji G S, Ma J F, Hou S L, Li S G, Wang X Y, Lv P, Wei Z M, Zhang Y H, Zhao L X, Zhang Y L. The study on effect of aphid on main economic character in sweet sorghum// Proceedings of 2006 annual meeting of crop society of China. Editorial Department of Journal of Yunnan Agricultural University, 2006: 97-100
- [2] 张淑君,马忠良,周紫阳,王江红,李光华,李淑杰,栾天浩.外国抗蚜资源在高粱杂交种选育中的应用.杂粮作物,2004,24(3):144-146  
Zhang S J, Ma Z L, Zhou Z Y, Wang J H, Li G H, Li S J, Luan T H. Application of foreign resource resistance to aphids on cross breeding of sorghum. Rain Fed Crops, 2001, 24 ( 3 ): 144-146
- [3] 董怀玉,徐秀德,刘彦军,孙娜.高粱种质资源抗高粱蚜鉴定与评价研究.杂粮作物,2000,20(2):43-45  
Dong H Y, Xu X D, Liu Y J, Sun N. Identification and evaluation of sorghum aphid resistance in sorghum germplasm. Rain Fed Crops, 2000, 20 ( 2 ): 43-45
- [4] 张秉铭,尚素琴,葛玉彬,贺春贵.14个饲用高粱品种抗蚜性评价.草原与草坪,2017,37(6):88-93  
Zhang B M, Shang S Q, Ge Y B, He C G. Assessment of resistance of 14 forage sorghum varieties to aphid. Grassland and Turf, 2017, 37 ( 6 ): 88-93
- [5] Huang Y H. Evaluating sorghum germplasm for resistance to greenbug (*Schizaphis graminum*) biotype I. Intl Sorghum Millets News, 2006, 47: 72-74
- [6] Andrews D J, Bramel-Cox P J, Wilde G E. New sources of resistance to greenbug, biotype I, in Sorghum. Crop Science, 1993, 33 ( 1 ): 198-199
- [7] Burd J D, Porter D R, Puterka G J, Haley S D, Peairs F B. Biotypic variation among north american russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae) populations. Journal of Economic Entomology, 2006, 99 ( 5 ): 1862-1866
- [8] 王富德,何富刚.中国高粱种质资源抗病虫鉴定研究.辽宁农业科学,1993(2):1-4  
Wang F D, He F G. Identification of disease and insect resistance of sorghum germplasm resources in China. Liaoning Agricultural Sciences, 1993 ( 2 ): 1-4
- [9] Bowling R, Wilde G. Mechanisms of resistance in three sorghum cultivars resistant to green bug (Homoptera: Aphididae) biotype I. Journal of Economic Entomology, 1996, 89 ( 2 ): 558-561
- [10] Harvey T L, Wilde G E, Kofoid K D. Designation of a new greenbug, biotype k, injurious to resistant sorghum. Crop Science, 1997, 37 ( 3 ): 989-991
- [11] Thindwa H P, Teetes G L. Effect of temperature and photoperiod on sorghum resistance to biotype c and e greenbug (Homoptera: Aphididae). Journal of Economic Entomology, 1994, 87 ( 5 ): 1366-1372
- [12] Singh B U, Padmaja P G, Seetharama N. Biology and management of the sugarcane aphid, *Melanaphis sacchari* (Zehntner) (Homoptera: Aphididae), in sorghum: a review. Crop Protection, 2004, 23 ( 9 ): 739-755
- [13] Hagio T, Ono S. Varietal reactions of sorghum to sugarcane aphid in the seedling test and field assessment. Sorghum Newsletter, 1986, 29: 72
- [14] Teetes G L. Breeding sorghums resistant to insects//Maxwell F G, Jennings P R. Breeding plants resistant to insect. New York: Wiley-Inter Science Publication, 1980: 457-489