

张亚玲,赵宏森,曹有鑫,等. 抗性频率、联合致病性系数和联合抗病性系数在水稻品种抗瘟性评价中的应用[J]. 江苏农业科学,2016,44(7):158-161. doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.07.043

抗性频率、联合致病性系数和联合抗病性系数 在水稻品种抗瘟性评价中的应用

张亚玲^{1,2,3,4}, 赵宏森¹, 曹有鑫¹, 付天恒¹, 杨树¹, 靳学慧^{1,2,3,4}

(1. 黑龙江八一农垦大学,黑龙江大庆 163319; 2. 国家杂粮工程技术研究中心,黑龙江大庆 163319;

3. 植保资源无公害农业生产基础实验室,黑龙江大庆 163319; 4. 黑龙江省植物抗性研究中心,黑龙江大庆 163319)

摘要:用离体接种法检测 20 个品种对 55 个菌株的稻瘟病抗性,通过抗性频率、联合致病性系数、联合抗病性系数探讨品种的抗稻瘟病性及品种的利用价值。结果表明:参试的水稻品种对稻瘟病菌菌株的抗性总体表现不高,且具有差异,平均抗性频率为 44.70%,范围从 24.09%~66.45%,差距达 2.76 倍;抗性表现最好的是松粳 10 号,其抗性频率为 66.45%。通过联合致病性系数、联合抗病性系数分析品种组合与稻瘟病菌群体间的互作,结果表明,其中 20 个品种组合间两两搭配的联合致病性系数相对较高(最低 0.40),联合抗病性系数相对较低(最高 0.45),说明抗性水平一般。最后对品种组合的利用价值进行了分析。

关键词:稻瘟病;抗性频率;联合致病性系数;联合抗病性系数

中图分类号: S432.2⁺1; S435.111.4⁺1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)07-0158-03

稻瘟病是由稻瘟病菌(有性 *Magnaporthe oryzae*, 无性 *Pyricularia oryzae*)引起的^[1-2],是世界水稻生产的重要病害。长期的生产实践证明,合理利用抗病品种是防治稻瘟病最经济有效的方法。传统水稻品种的抗病性研究主要是利用“代表性菌株”接种某一品种来进行评价。首先要研究当地生理小种的组成,主要采用中国鉴别品种方法鉴定生理小种,这方面的研究已经有很多报道^[3-6],但使用该方法鉴定出的同一生理小种还存在不同的致病类型^[7],所以在进行品种抗性评价时,代表性菌株只能代表其本身,不能代表所属小种的致病力^[8]。另外,中国地域辽阔,南北气候差异大,种质资源复杂,采用中国统一鉴别品种方法所鉴定的致病型菌株不能代表当地推广的品种主要致病型菌株,因此利用全国统一鉴别寄主来确定田间病菌的致病性类群不能从生产实际出发,鉴定结果对生产的指导意义不大^[9]。黑龙江省地处高纬地区,水稻开发研究起步于 20 世纪 80 年代,品种资源相对匮乏,品种间抗病基因亲缘较近,使得一些抗性资源重复利用。因此,如何评价水稻品种的抗瘟性及合理地利用抗稻瘟病品种是当前生产上急需解决的问题。本研究从农业生产实际出发,通过黑龙江省水稻主产区的稻瘟病菌来接种黑龙江省水稻主栽品种的方法,利用寄主与病原间的生物关系(抗性频率、联合致病系数、联合抗病系数^[10]),分析黑龙江省水稻主栽品种的抗稻瘟病表现,为抗稻瘟病品种的合理利用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

参试品种是在生产上应用面积在 1 万 hm^2 以上的品种:松粳 6 号、五优稻 1 号、垦鉴稻 6 号、垦稻 10 号、绥粳 4 号、富士光、松粳 8 号、松粳 9 号、沙沙尼、松粳 3 号、松粳 7 号、合江 19、松粳 10 号、垦稻 9 号、五优稻 C、普粘 7 号、东农 424、空育 131、垦鉴稻 7 号、龙选 9707。

参试菌株共 55 个(表 1),2012 年采集自黑龙江省 19 个县(市)的水稻穗颈瘟标样,经单孢子分离后保存备用。

1.2 试验方法

1.2.1 育苗 育苗土为黑土,精选水稻种子置于网袋内,于 200 $\mu\text{L}/\text{mL}$ 25% 咪鲜胺乳油浸种 80 h,不须用水清洗直接播种于育苗钵内,覆土,浇足水,用薄膜保湿 2 d,移去保湿膜,待长至 2 叶 1 心期,施尿素 1 次,每钵 1 g,待幼苗长至 5 叶 1 心时,离体接种。

1.2.2 产孢培养及孢子悬浮液的制备 参试菌株在马铃薯培养基上活化,待长出菌落后移至米糠培养基(30 g 米糠,3 g 酵母粉,18 g 琼脂粉,1 000 mL 水)上培养 10 d,然后用无菌水洗去菌丝,于产孢培养箱内进行产孢培养 2 d,再用无菌水洗下孢子,制成孢子悬浮液,将孢子悬浮液冰浴待用。

1.2.3 接种 接种方法参照林代福等的离体接种法^[9-10],略有改进。将浸过种的水稻种子种植在育秧钵内,每个育秧盘播 20 粒种子,播 5 钵。注意隔离,防止外来菌污染,待幼苗长至 5 叶 1 心时,离体接种。方法如下:选取嫩叶中部 3 cm 左右的叶片,用接种针刺破叶片表面,叶正面朝上摆在含 50 mg/kg 苯腈咪唑(保绿剂)+5 g/L 琼脂的培养皿内,叶段按顺序摆好,4 次重复,每皿 4 个叶段。用微量移液器取孢子悬浮液 5 μL 接种于针刺伤口处,置于 26 $^{\circ}\text{C}$ 人工气候箱内培养,7 d 后按国际水稻所设定标准^[11]进行调查。

收稿日期:2015-06-10

基金项目:黑龙江省自然科学基金(编号:QC2011C046);黑龙江省农垦总局科技攻关项目(编号:HNK125A-08-06、HNK125B-03-02);黑龙江省教育厅项目(编号:12521376);黑龙江省大学生创新创业训练计划(编号:2014001)。

作者简介:张亚玲(1977—),女,黑龙江望奎人,硕士,副教授,主要从事植物病理学的教学与科研工作。E-mail:byndzyl@163.com。

表 1 黑龙江省稻瘟病菌供试的 55 个菌株

菌株编号	采集地	菌株编号	采集地	菌株编号	采集地
2012-001	萝北县	2012-019	虎林市	2012-038	哈尔滨市
2012-002	萝北县	2012-020	虎林市	2012-039	哈尔滨市
2012-003	萝北县	2012-021	虎林市	2012-040	哈尔滨市
2012-004	萝北县	2012-022	虎林市	2012-041	哈尔滨市
2012-004	萝北县	2012-023	虎林市	2012-042	哈尔滨市
2012-005	萝北县	2012-024	密山市	2012-043	肇源县
2012-006	萝北县	2012-025	密山市	2012-044	五常市
2012-007	萝北县	2012-026	密山市	2012-045	五常市
2012-008	萝北县	2012-027	延寿县	2012-046	穆棱县
2012-009	绥化市	2012-028	延寿县	2012-047	穆棱县
2012-010	绥化市	2012-029	泰来县	2012-048	海伦市
2012-011	绥化市	2012-030	泰来县	2012-049	海林市
2012-012	宁安县	2012-031	泰来县	2012-050	同江市
2012-013	宁安县	2012-032	佳木斯市	2012-051	富锦市
2012-014	宁安县	2012-034	佳木斯市	2012-052	鹤岗市
2012-015	宁安县	2012-035	佳木斯市	2012-053	鹤岗市
2012-016	尚志市	2012-036	佳木斯市	2012-054	讷河市
2012-017	尚志市	2012-037	哈尔滨市	2012-055	讷河市
2012-018	尚志市				

1.3 品种抗瘟性评价

水稻品种的稻瘟病抗性利用价值用抗性频率 (resistance frequency, RF)、联合抗病性系数 (resistance association coefficients, RAC) 和联合致病性系数 (pathogenicity association coefficients, PAC) 进行分析评价。相关公式如下:

表 2 20 个水稻品种对黑龙江省水稻稻瘟病菌的抗性频率

品种	抗性频率 (%)	品种	抗性频率 (%)	品种	抗性频率 (%)	品种	抗性频率 (%)
松粳 10 号	66.45	垦稻 10 号	51.06	普粘 7 号	42.59	富士光	34.78
东农 424	65.06	垦稻 9 号	47.36	松粳 3 号	40.69	松粳 9 号	34.52
空育 131	63.30	松粳 8 号	44.49	五优稻 1 号	38.56	松粳 7 号	33.89
垦鉴稻 6 号	62.23	五优稻 C	44.47	垦鉴稻 7 号	38.32	沙沙尼	27.77
绥粳 4 号	53.55	合江 19	44.36	松粳 6 号	36.33	龙选 9707	24.09

2.2 水稻品种联合使用抗瘟性可利用价值评价

稻瘟病的防治最经济有效的方法是合理利用抗病品种,做好品种的合理布局。为了明确品种联合种植后的抗性表现,本研究利用联合致病性系数 (PAC)、联合抗病性系数 (RAC) 来评价品种组合的利用价值,详见表 3。PAC 越大,表示 2 个品种抗感性遗传背景相似的可能性越大,搭配种植后可能会加重稻瘟病暴发的可能性。RAC 越大,说明 2 个品种搭配抗性越强,应用价值也越大。在致病性测试中,绥粳 4 号、富士光组合的 PAC(0.74) 比绥粳 4 号、空育 131 组合的 PAC(0.40) 值高,说明绥粳 4 号与空育 131 搭配种植更有利于控制病害。同样,松粳 10 号与沙沙尼组合的 PAC(0.74) 比松粳 10 号与五优稻 1 号组合的 PAC(0.43) 高,说明松粳 10 号与五优稻组合更有利于控制病害。从表 3 还可以看出,绥粳 4 号和垦鉴稻 6 号、绥粳 4 号和东农 424、松粳 8 号和松粳 9 号、松粳 8 号和沙沙尼、富士光和松粳 8 号几对组合的 PAC 为 0.72,相对其他组合较高,说明这些品种在田间联合种植也有加大稻瘟病发生的风险。RAC 值越大,说明 2 个品种搭配种植应用价值越大,在本次检测中 RAC 值最高为 0.45,最低为 0.09,虽然不高,但也能反映品种组合的应用价

抗性频率 (RF) = (R 菌株数/供试菌株总数) × 100%;
联合致病性系数_{1,2} (PAC_{1,2}) = [(R₁, R₂) 菌株数 + (S₁, S₂) 菌株数]/总菌株数;
联合抗病性系数_{1,2} (RAC_{1,2}) = (R₁, R₂) 菌株数/总菌株数。
按照公式计算任何 2 组的 PAC、RAC,具体参考何月秋等的方法^[8]。强、弱指菌株的致病力,1、2 指品种 1、品种 2, (R₁, R₂) 指对品种 1、品种 2 致病性均弱的菌株数量, (S₁, S₂) 指对品种 1、品种 2 致病性均强的菌株数量。

2 结果与分析

2.1 参试品种对黑龙江省稻瘟病菌菌株的抗性频率

黑龙江省 19 个县(市)的 55 个菌株分别接种 20 个黑龙江省水稻主栽品种,分析品种的抗性频率。表 2 表明,参试的 20 个品种抗性频率 (24.09% ~ 66.45%) 差异较大,差距达 2.76 倍,平均抗性频率为 44.70%。从本研究结果看,参试品种的抗性总体表现为中等(50%) 偏下,抗性频率超过 50% 仅有 6 个品种,占参试品种的 30%,说明参试水稻品种的抗瘟性大部分偏低。在 20 个参试品种中没有对 55 个菌完全表现为抗性的品种,抗性表现最好的是松粳 10 号,其抗性频率为 66.45%;其次是东农 424、空育 131、垦鉴稻 6 号,分别为 65.06%、63.30%、62.23%;相对较低的是沙沙尼、龙选 9707 号,分别为 27.77%、24.09%,基本上失去抗性,应用这 2 个品种应慎重,如果大量种植,在气候条件允许的情况下很有可能会造成稻瘟病的大发生。

值,如东农 424 与龙选 9707、绥粳 4 号搭配种植抗性表现较好,RAC 值都是 0.45,而东农 424 与松粳 10 号搭配种植其 RAC 值仅为 0.18,说明东农 424 与龙选 9707、绥粳 4 号搭配种植更有利于控制稻瘟病的大发生;松粳 10 号与其他品种组合时联合抗性系数均相对较低,与垦稻 10 组合 RAC 值最高,为 0.20,与松粳 9、松粳 3、松粳 7 互作的 RAC 值仅为 0.09。

3 结论与讨论

通过采集当地大量菌株接种当地的品种或是品种组合来进行抗瘟性分析,该方法能真实反映品种或品种组合对当时田间流行的稻瘟病菌群体的抗性,这比传统的用“代表性菌株”的接种方法更能结合农业生产实际。本研究采用离体接种法检测 20 个品种对 55 个菌株的稻瘟病抗性,研究结果表明:参试的水稻品种对稻瘟病菌菌株的抗性总体表现不高,且有差异,平均 RF 为 44.70% (24.09% ~ 66.45%),差距达 2.76 倍。抗性表现最好的是松粳 10 号,其抗性频率为 66.45%。通过联合致病性系数和联合抗病性系数分析品种组合与稻瘟病菌群体间的互动,结果表明,20 个品种组合间的两两搭配的联合致病性系数相对较高(最低 0.40)、联合抗

表 3 水稻品种的联合致病系数和联合抗病系数

水稻品种	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1		0.64	0.49	0.47	0.58	0.55	0.58	0.40	0.53	0.60	0.49	0.45	0.45	0.47	0.45	0.51	0.58	0.58	0.54	0.50
2	0.26		0.63	0.61	0.54	0.65	0.58	0.69	0.56	0.61	0.49	0.52	0.61	0.54	0.52	0.49	0.65	0.54	0.67	0.69
3	0.22	0.29		0.65	0.54	0.58	0.58	0.52	0.56	0.54	0.58	0.60	0.61	0.61	0.58	0.58	0.43	0.58	0.65	0.50
4	0.20	0.27	0.20		0.56	0.60	0.56	0.61	0.65	0.52	0.61	0.58	0.67	0.60	0.68	0.65	0.60	0.60	0.63	0.56
5	0.36	0.34	0.25	0.25		0.70	0.47	0.58	0.54	0.52	0.58	0.50	0.60	0.52	0.60	0.43	0.56	0.67	0.63	0.63
6	0.36	0.41	0.29	0.29	0.45		0.67	0.72	0.61	0.52	0.54	0.54	0.63	0.61	0.70	0.54	0.63	0.70	0.67	0.60
7	0.33	0.29	0.23	0.21	0.21	0.40		0.69	0.61	0.61	0.61	0.72	0.60	0.67	0.67	0.65	0.60	0.65	0.70	0.61
8	0.33	0.38	0.29	0.25	0.32	0.43	0.36		0.74	0.65	0.67	0.60	0.61	0.65	0.72	0.60	0.61	0.65	0.67	0.72
9	0.22	0.23	0.14	0.18	0.23	0.29	0.23	0.29		0.72	0.67	0.67	0.69	0.69	0.83	0.63	0.65	0.69	0.65	0.54
10	0.29	0.32	0.18	0.16	0.27	0.29	0.30	0.30	0.25		0.72	0.72	0.67	0.60	0.67	0.65	0.60	0.67	0.65	0.56
11	0.20	0.20	0.16	0.16	0.25	0.25	0.23	0.21	0.18	0.25		0.70	0.72	0.69	0.61	0.60	0.61	0.58	0.65	0.54
12	0.15	0.18	0.12	0.10	0.18	0.21	0.25	0.20	0.14	0.21	0.16		0.69	0.65	0.65	0.74	0.61	0.65	0.65	0.54
13	0.20	0.29	0.20	0.21	0.29	0.32	0.25	0.29	0.21	0.25	0.25	0.18		0.67	0.70	0.54	0.60	0.52	0.63	0.60
14	0.18	0.21	0.16	0.14	0.21	0.29	0.27	0.25	0.18	0.18	0.18	0.12	0.20		0.70	0.61	0.54	0.67	0.67	0.49
15	0.29	0.27	0.18	0.20	0.30	0.38	0.30	0.34	0.30	0.27	0.20	0.18	0.23	0.23		0.61	0.67	0.67	0.63	0.50
16	0.13	0.14	0.20	0.12	0.12	0.20	0.20	0.18	0.10	0.16	0.09	0.12	0.09	0.09	0.14		0.54	0.58	0.54	0.47
17	0.27	0.34	0.14	0.21	0.30	0.36	0.29	0.34	0.23	0.25	0.21	0.18	0.23	0.16	0.29	0.12		0.67	0.67	0.63
18	0.29	0.27	0.20	0.20	0.34	0.38	0.30	0.30	0.23	0.27	0.18	0.18	0.18	0.21	0.27	0.12	0.29		0.78	0.60
19	0.29	0.36	0.25	0.23	0.34	0.36	0.34	0.32	0.23	0.29	0.23	0.20	0.25	0.23	0.23	0.12	0.30	0.34		0.63
20	0.36	0.45	0.27	0.29	0.41	0.43	0.36	0.45	0.30	0.32	0.25	0.23	0.32	0.23	0.30	0.18	0.38	0.34	0.38	

注:1 为空育 131,2 为龙选 9707,3 为垦鉴稻 7 号,4 为松粳 6 号,5 为五优稻 1 号,6 为垦鉴稻 6 号,7 为垦稻 10 号,8 为绥粳 4 号,9 为富士光,10 为松粳 8 号,11 为松粳 9 号,12 为沙沙尼,13 为松粳 3 号,14 为松粳 7 号,15 为合江 19,16 为松粳 10 号,17 为垦稻 9 号,18 为五优稻 C,19 为普粘 7 号,20 为东农 424;对角线左下为联合抗病系数,右上为联合致病系数。

病性系数相对较低(最高 0.45),说明抗性水平一般。从本研究结果还可知,通过 RAC、PAC 进行分析可以提供品种与病原菌群体互作的较全面的资料,特别是在抗性亲本的选择和分析品种的抗性遗传背景相似性方面具有实际应用价值和理论意义。

在评价品种抗性方面,本研究首先用抗性频率来评价。研究结果表明,参试的 20 个品种抗性频率差异较大,说明稻瘟病菌群体组成较复杂,这与马刚辉等研究的结果^[12]类似。本研究是在室内离体接种下品种表现出来的抗性,如果可能的话还需要在田间做实际自然条件下人工接种来评价品种的抗性,但是在自然条件下稻瘟病的发病受环境影响较大,只有在有利于稻瘟病发生的条件下品种的抗性才能真实地表现出来。接种试验和田间试验相结合会更明确品种的真实抗性,当自然条件下不发病时人工接种的结果也可用来指导农业生产。另外,黑龙江省水稻种植面积较大,地形较复杂,形成不同的种植带,如果可能的话还可以增加不同地区的代表菌株量,使研究结果更具代表性。

水稻品种的抗性表现和病原物的致病性是由基因决定的一种遗传特性,寄主的抗性表现只有在特定环境条件下和病原物相结合才能表现出来,因此在研究水稻品种的抗稻瘟病性、水稻品种的抗瘟利用价值时,还需要病原物与寄主间、寄主与寄主间的生物关系来进行研究,利用生物间遗传学关系联合抗病性系数(RAC)、联合致病性系数(PAC)进行分析。PAC 表示 2 个品种相似程度的标准,也就是说 PAC 越大,2 个品种抗感性遗传背景相似的可能性越大,既亲缘关系越近,如 2 个品种共同种植时其同时感病的可能性越大,当稻瘟病菌的致病型改变时 2 个品种的抗病性或是感病性会同时丧失或

同时出现。相反,如果 PAC 值低,则说明 2 个品种的抗感性遗传背景相似程度低,遗传信息的异质性高,一般很少会出现 2 个品种共同种植病害大发生的现象。在数据统计中存在 3 种情况,第 1 种情况,2 个品种搭配种植 PAC 和 RAC 值均高则表明 2 个品种的亲缘关系近,在某一年内联合种植可能会表现较好抗性,但在种植过程中有稻瘟病菌的致病型发生改变时就可能会病害大发生,这种种植结构会被剔除,如富士光、合江 19,PAC 为 0.83,RAC 为 0.30,在本次研究中其值相对较高;第 2 种情况,PAC 相对较高,RAC 相对较低,则说明 2 个品种的遗传背景相似程度高,其感病程度高,这种类型的种植搭配有感病风险,如垦稻 10 号、沙沙尼,PAC 为 0.72,RAC 为 0.25;第 3 种情况,PAC 相对较低,RAC 相对较高,说明这 2 个品种亲缘关系远,感病性遗传基础同质性低,而它们的抗性遗传基础互补性高,可以互补抵抗病原菌的侵染,从稳定化选择方面考虑,这种搭配类型在实际生产上具有较好的应用前景,如绥粳 4 号、空育 131,PAC 为 0.40,RAC 为 0.33。本研究试图使试验结果指导生产,使用 RAC 来表示某 2 个品种共同抗病的可能性,RAC 越大,2 个品种同时表现抗病的可能性越大。在农业生产实际中要充分发挥抗病品种的抗性而使病原物的组成趋于稳定,可采用测定抗性频率与田间自然诱发检测相结合的方法,及时培育与引入广谱抗病性的新品种,以及实施品种合理布局等措施来更好地防治稻瘟病。

参考文献:

[1] Ou S H. Pathogen variability and host resistance in rice blast disease [J]. Annual Review of Phytopathology,1980,18:167 – 187.
[2] Couch B C,Kohn L M. A multilocus gene genealogy concordant with

曹正,谢春芹,陈慧敏,等.性信息素迷向剂控制桃园梨小食心虫危害的试验[J].江苏农业科学,2016,44(7):161-164.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.07.044

性信息素迷向剂控制桃园梨小食心虫危害的试验

曹正,谢春芹,陈慧敏,鲍荣静

(江苏农林职业技术学院,江苏句容 212400)

摘要:梨小食心虫是桃园的一种主要害虫,为了克服现有防治技术的不足,本试验采用在田间使用迷向膏剂释放性信息素迷向干扰成虫正常交尾,致使后代种群数量减少;同时调查折梢率和蛀果率,评价经济效益。结果表明,迷向膏使用量 $1\ 800\ \text{g}/\text{hm}^2$,田间诱捕器的最佳设置高度为 $1.5\ \text{m}$,效果最佳,诱捕到的成虫中有 $70\% \sim 80\%$ 的是雄虫。在第3代幼虫危害最严重期内试验园的蛀果率为 2.3% ,对照园蛀果率为 10.8% ,试验园区的防治效果是对照园区的5倍多,折梢率的防效均在 90% 以上。江苏农博园区和句容边城集镇试验园区分别增收 $22\ 440$ 、 $33\ 780\ \text{元}/\text{hm}^2$ 。

关键词:性信息素;迷向剂;桃园;梨小食心虫;危害

中图分类号: S436.612.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)07-0161-04

梨小食心虫 (*Grapholitha molesta* Busck) 别称梨小蛀果蛾、梨姬食心虫、桃折梢虫,简称“梨小”,属于鳞翅目卷蛾科小食心虫属,是一种世界性害虫,主要危害梨、苹果、桃、山楂、杏、樱桃等果树。在国内分布广泛,尤其以华北、西北、东北、华东地区各桃、梨果产区发生最为普遍,幼虫危害果实和嫩梢。长期以来,桃树病虫害都以化学防治为主,虽能有效控制病虫害,但也存在一些缺点。性信息素属于生物防治范畴,具有对昆虫刺激的专一效果、污染较少、不伤益虫的优点,但在田间梨小食心虫发生量较大时,不能达到防治目的,只能作为监测预报当年昆虫的发生严重程度。昆虫性信息素别称性诱剂、性外激素、迷向剂、干扰交配剂,由同种昆虫的某一性别个体的特殊分泌器官分泌于体外,能被同种异性个体的感受器所接受,并引起异性个体产生一定的行为反应或生理效应(包括觅偶、定向求偶、交配等)的微量化学物质^[1],能够保证昆虫在种内雌雄个体之间的联系及种群的繁衍^[2]。多数昆虫种类是由雌虫释放这种化学物质,以引诱雄虫,但也有些

种类由雄虫释放以引诱雌虫,雌虫交配受精后一般不再产生性信息素。目前,全世界已鉴定和合成的昆虫性信息素或类似物达 $2\ 000$ 多种^[3],我国研制生产的重要害虫性信息素也有数十种^[4]。昆虫激素包括内激素和外激素两大类^[5],内激素包括脑激素、蜕皮激素和保幼激素,而外激素包括种间信息素(立即素、利它素和协同素)和种内信息素(聚集信息素、跟踪信息素、告警信息素、疏散信息素和性信息素)。内激素是由昆虫产生于体内,控制自身变态和发育的超微量物质;外激素是由昆虫分泌到体外,能够引起同种昆虫、同种异性昆虫或其他生物产生特殊生理效应和特定行为反应的超微量物质^[6],这是人们使用的各种昆虫性信息素。在我国,从1981年开始就有使用性信息素防治梨小食心虫的研究和应用^[7-9],对梨小食心虫成虫的生物学特性和诱捕器的应用进行评价^[10-13]和田间试验^[14-15];在河北省成虫集中诱捕的时间分别在6月、7月下旬和8月中旬,三角式和船式诱捕器的诱捕效果显著优于水盆式和干式诱捕器,白色、绿色诱捕器效果明显好于黄色,树冠外围诱捕成虫的数量明显高于内膛^[16]。对性信息素与化学药剂防治梨小食心虫效果进行比较,在剂量为 $125\ \text{mL}/\text{hm}^2$ (含有效成分 $37.1\ \text{g}/\text{hm}^2$) 时,可使梨小食心虫迷向率达 96% 以上^[4]。梨小食心虫性信息素于1965年从梨小食心虫雌蛾的腹部分离得到^[17],鉴定其结构为(*Z*)-8-十二碳烯-1-醇醋酸酯(*I*)、(*E*)-8-十二碳

收稿日期:2016-03-11

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号: CX(13)3064]。

作者简介:曹正(1967—),男,江苏靖江人,硕士,副教授,从事农牧资源开发与生态利用教学与研究。E-mail: 963243057@qq.com。
通信作者:谢春芹,硕士,副教授,从事食药药用真菌品种选育与病虫害防治教学与研究。E-mail: 1106667996@qq.com。

host preference indicates segregation of a new species, *Magnaporthe oryzae*, from *M. grisea* [J]. Mycologia, 2010, 94(4): 683-693.

[3] 张亚玲,靳学慧. 2002年黑龙江省部分稻区稻瘟病菌生理小种鉴定[J]. 植物保护, 2006, 32(2): 31-34.

[4] 吕军,靳学慧,张亚玲. 2004年黑龙江省部分稻区稻瘟病菌生理小种的测定[J]. 黑龙江八一农垦大学学报, 2007, 19(1): 14-17.

[5] 全国稻瘟病菌生理小种联合试验组资料. 我国稻瘟病菌生理小种研究[J]. 植物病理学报, 1980, 10(2): 71-82.

[6] 雷财林,凌忠专,王久林,等. 北方稻区稻瘟病菌生理小种变化与抗病育种策略[J]. 作物杂志, 2000(3): 14-16.

[7] 潘汝敏,康必鉴,黄建民,等. 水稻稻瘟病菌致病性分化研究[J]. 华南农业大学学报, 1999, 20(3): 15-18.

[8] 何月秋,黄瑞荣,彭志平,等. 生物间遗传学在水稻品种与稻瘟病菌相互作用研究中的应用[J]. 植物病理学报, 1988, 15(1): 51-55.

[9] 林代福. 应用离体接种技术鉴定稻瘟病菌生理小种[J]. 植物保护, 1998, 20(4): 29-30.

[10] 周益军,范永坚,吴淑华,等. 稻瘟病菌生理小种离体接种鉴定和致病性人工诱变研究[J]. 江苏农业研究, 1999, 20(1): 34-38.

[11] 马辉刚,曹九龙,胡水秀,等. 水稻品种对稻瘟病的抗性分析及利用评价[J]. 江西农业大学学报, 2006, 28(2): 213-216.

[12] Hayashi N, Kobayashi N, Cruz C M V, et al. Protocols for the sampling of the diseases specimens and evaluation of blast disease in rice [C]. JIRCAS Working Report, 2009(63): 17-33.