

中国部分稻种资源的化感控制杂草潜力评价

李迪¹ 周勇军¹ 刘小川¹ 余柳青^{1,*} 汤富彬² 魏兴华¹ 郭龙彪¹

(¹中国水稻研究所 水稻生物学国家重点实验室,浙江 杭州 310006; ²中国农业科学院 茶叶研究所,浙江 杭州 310008; *通讯联系人,
E-mail:liuqy53@yahoo.com.cn)

Evaluation of Allelopathic Potential of Some Chinese Rice Against Weeds

LI Di¹, ZHOU Yong-jun¹, LIU Xiao-chuan¹, YU Liu-qing^{1,*}, TANG Fu-bin², WEI Xing-hua¹, GUO Long-biao¹

(¹State Key Laboratory of Rice Biology, China National Rice Research Institute, Hangzhou 310006, China; Tea Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou 310008, China; *Corresponding author, E-mail:liuqy53@yahoo.com.cn)

Abstract: Experiments were conducted in the plant growth chamber and paddy field respectively. Two rice varieties (*Oryza sativa* L.) with allelopathic property against a barnyardgrass [*Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv. var. *mitis* (Pursh) Pterm.] were obtained after evaluating more than 470 rice accessions of rice germplasm provided by China National Rice Research Institute. One is I-Kung-Pao, a Taiwan native variety, with its R_{RL} (relative factor of the barnyardgrass root length) 0.43. The leaves water extract of I-Kung-Pao inhibited barnyardgrass root length by 45% and lettuce root length by 85%, respectively. In paddy field I-Kung-Pao showed inhibitory effect on the barnyardgrass plant density by 22.0% and reduced the plant fresh weight by 26.1%. The other is D-gu, a variety from Yunnan, with its R_{SH} (relative factor of the barnyardgrass plant height) 0.62 and R_{PDW} (relative factor of the barnyardgrass plant dry weight) 0.58. The root length control effects were 53% for the barnyardgrass and 65% for the lettuce after treated with D-gu leaves water extract. In paddy field D-gu markedly controlled the barnyardgrass plant density by 51.5% and the plant fresh weight by 46.1%. The lettuce root length control effect resulted from I-Kung-Pao and the barnyardgrass control effect from D-gu were significantly greater than those from American allelopathic rice PI312777. I-Kung-Pao and D-gu are valuable rice germplasm with allelopathic potential in China.

Key words: Chinese rice germplasm; allelopathy; *Echinochloa crusgalli* var. *mitis*; weed

摘要: 采用人工气候箱结合田间小区试验,从我国部分水稻种质资源中筛选获得了2份具有化感潜力的水稻品种(系),其中我国台湾品种蚊公包幼苗对无芒稗根长影响因子 R_{RL} 为0.43,其叶片水浸提液对无芒稗和莴苣根长抑制率分别达到45%和85%,在田间对无芒稗茎数和植株鲜质量的控制效果分别为22.0%和26.1%。云南品种地谷幼苗对无芒稗的植株高度影响因子 R_{SH} 和植株干质量影响因子 R_{PDW} 分别为0.62和0.58,叶片水浸提液对无芒稗和莴苣根长抑制率分别达到53%和65%,在田间对无芒稗茎数和植株鲜质量的控制效果分别达到51.5%和46.1%。蚊公包对莴苣的控制效果和地谷对无芒稗的控制效果均显著高于美国化感潜力品种PI312777。蚊公包和地谷是我国宝贵的化感潜力品种资源。

关键词: 中国稻种资源;化感作用;无芒稗;杂草

中图分类号: S451.1; S476

文献标识码: A

文章编号: 1001-7216(2004)04-0309-06

稗草是全球性的一种恶性杂草,对水稻产量的影响最大,若不防除,会造成水稻减产30%~50%,重者颗粒无收^[1]。化学除草剂可以防除稗草,但除草剂的长期使用,其残留对作物的药害时有发生,局部地区农田和水环境被污染,杂草抗药性生物型增多,农产品安全问题突出,给农业结构调整和可持续发展构成潜在威胁^[2]。

近十年来采用生态调控措施控制杂草研究发展迅速,其中水稻化感作用研究起步早、进展快,令人鼓舞。水稻化感抗杂草的研究起步于20世纪80年代后期,美国水稻遗传学家Dilday鉴定了美国农业部搜集保存的17 000份水稻品种(系),获得了高抗稗草的水稻化感品种PI312777^[3]。埃及科学家Hassan于1993~1996年鉴定出的30份水稻品种可以控制田间稗草50%~90%的生长^[4]。Olofsdotter等在菲律宾国际水稻研究所鉴定出的11份

水稻品种在旱季可以使稗草植株干物质量减少50%以上,21份材料在雨季抑制稗草50%以上^[5,6]。孔垂华等对化感品种PI312777中的化感物质进行了分离和结构鉴定,证明水稻的化感物质是糖甙间羟基苯二酚、黄酮和羟基肟酸。这些糖甙分子释放到环境中在微生物和酸性媒介的作用下迅速降解成糖、酚酸和脂肪酸等小分子^[7]。

国内对水稻种质的化感作用评价近年也有报道,王大力等对41份水稻品种(系)进行了室内外比较试验,筛选获得1份具化感抑制稗草潜力的品种早梗911^[8]。汤陵华等用白菜为靶标在室内鉴定了

收稿日期: 2003-11-26; 修改稿收到日期: 2004-02-04。

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30170620); 国家“十五”科技攻关项目(2001BA509B07)。

第一作者简介: 李迪(1972-),女,在读硕士研究生, E-mail: didi8012@sohu.com。

700份水稻品种(系),发现有35份表现出化感作用趋势^[9]。徐正浩等以无芒稗为靶标在室内评价了111份稻种资源,其中有5份表现出对杂草的化感抑制作用趋势^[10]。上述评价工作总的来说仍然是初步的、探索性的,对这些具有化感作用趋势的品种(系)仍然需要复筛和田间验证。

我国稻种资源十分丰富,现保存有约5万多份水稻种质资源。与我国这样丰富的稻种资源量相比,目前开展的水稻化感作用评价规模小,被评价的品种(系)比例还不到4%。因此,利用我国丰富的稻种资源,更大规模地开展化感抗杂草潜力评价仍是一项既有意义又十分艰巨的任务。

本研究的目的是利用中国水稻研究所水稻资源种质库保存的地方品种,在人工气候箱中开展水稻品种(系)的化感作用初筛,对初筛获得的具有化感作用趋势的品种(系)在田间自然条件下进行复筛,最后分析确定化感潜力品种,为化感抗杂草水稻新品种的改良和培育提供宝贵资源。

1 材料与方法

1.1 材料

供试474份水稻品种(系)由中国水稻研究所种质资源库提供。对照非化感水稻品种秀水63由本课题组鉴定保存^[8],对照化感水稻品种PI312777由美国Dale Bumpers国家水稻研究中心提供。

无芒稗种子分别于2001年9月和2002年9月从中国水稻研究所富阳试验基地采集,晾干后置冰柜(-20℃)中保存备用。萬苣种子购于浙江省富阳市蔬菜种子公司。

1.2 方法

1.2.1 我国部分水稻种质化感抗稗草潜力的初步筛选

试验在智能人工气候箱(ZRX-300D,杭州钱江仪器设备有限公司产品;LH-200RD,日本医化器械制作所产品)中进行,光照12 h(7:00~19:00),黑暗12 h,光强70 000 lx,温度28℃。

水稻种子用体积分数为1%的NaClO消毒0.5 h,然后用清水冲洗3~4次,再浸种48 h,在28℃条件下催芽至露白备用。2 d后浸无芒稗种子48 h,用清水洗净后在28℃条件下催芽至露白备用。

采用砂培法。称取80 g洗净晾干的细砂置于直径9 cm的培养皿中,重复3次。取10粒露白的水稻种子分3排以“3-4-3”形式均匀排列在培养皿中,加蒸馏水至饱和状态,移入智能人工气候箱。

在水稻播种后2 d,接种14粒露白的无芒稗种子,每排各7粒,播于稻苗行间。水稻与无芒稗共生15 d后(水稻幼苗大约处于3叶期),小心拔取无芒稗植株,用蒸馏水洗净,测定无芒稗株高、根长和植株干质量。设单一无芒稗为对照。定期定量浇水,保持培养皿砂床湿润。

根据试验所得数据,利用公式 $R_X = H_X / H_{CK}$ 计算获得影响因子 R_X , R_X 愈小化感作用愈强。式中 H_X 为处理样品调查数据, H_{CK} 为单一无芒稗对照的调查数据。综合影响因子 $R_I = (R_{SH} + R_{RL} + R_{PDW}) / 3$,式中 R_{SH} 代表无芒稗株高影响因子, R_{RL} 代表无芒稗根长影响因子, R_{PDW} 代表无芒稗植株干质量影响因子。

1.2.2 化感水稻品种(系)的复筛

田间试验于2003年6~10月在中国水稻研究所富阳试验基地进行。土壤为砂壤粘土,pH 7.1,有机质含量3.4%。

供试材料为7份初筛获得的化感潜力品种蚁公包、No-Iku 1716、Parahainakoru、C. Dzolia Sel、DI-ANSHAO 1、HB-1和地谷,原产地均为我国台湾和大陆,1份美国化感潜力品种PI312777,1份非化感品种秀水63,无芒稗种子和萬苣种子。

小区面积为1 m²,重复3次。采用直播法。水稻种子经消毒、浸种、催芽至露白。每小区播种3排水稻种子,每排10粒,共30粒。每2排水稻种子间隔30 cm。水稻生长7 d后,播种无芒稗种子,无芒稗种子预先浸种、催芽至露白,分4排播于3行稻苗之间及两侧,每排播5粒,共播20粒。并设单一无芒稗作对照。

水稻全生育期不施除草剂,接种无芒稗前人工拔除杂草一次。水、肥及病虫害管理同常规。

(1)水稻叶片水浸提液的制备

在水稻分蘖末期,随机选10株混合取幼嫩叶片8 g。将叶片剪碎,用液氮冷冻法使之脆化后研磨成粉末状,移至150 mL的离心管中,加双蒸水80 mL,并清洗研钵3次,洗液一并倒入离心管,混匀,冰箱中冷藏保存2 h,摇床振荡1 h,1 500 r/min离心15 min,取上清液,置冰箱(4℃)中保存备用。

(2)水稻具化感潜力品种叶片水浸提液对萬苣根长的抑制效果

在铺有滤纸的培养皿(直径7 cm)上放置30粒萬苣种子,加入5 mL叶片水浸提液,以无菌水为对照,重复3次。将培养皿移入智能人工气候箱中,25℃条件下黑暗培养3 d。随机取20粒发芽种子,

测量莴苣根长。

(3)水稻具化感潜力品种叶片水浸提液对稗草根长的抑制效果。

在铺有滤纸的培养皿(直径7 cm)上放置30粒稗草种子,加5 mL叶片水浸提液,以无菌水为对照,重复3次。将培养皿移入智能人工气候箱中,25℃条件下培养7 d,光照12 h(7:00~19:00),黑暗12 h,光强70 000 lx。

隔天定量补充叶片水浸提液,以保证培养皿湿润。随机取20粒发芽种子测定无芒稗根长。

(4)水稻具化感潜力品种控制田间杂草的效果。

水稻与稗草共生40 d后,拔取小区中间的2行杂草,调查杂草茎数和称量地上部植株鲜质量。

1.3 数据分析

所有数据用DPS软件^[11]中的Duncan's或Tukey法进行方差分析和差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 我国部分水稻种质化感抗稗草潜力的初步筛选

从474份水稻种质资源中初步筛选出11份具有化感作用趋势的水稻品种(系),它们是No-Iku 1716、C. Dzolia Sel、Parahainakoru、HB-1、早大谷、八贵香、云丹红、DIANSHAO 1、麻谷红米、地谷和蚁公包(表1)。其产地为我国台湾、云南、江西等

地。水稻对无芒稗根长的影响因子 R_{RL} 明显小于植株高度影响因子 R_{SH} 和植株干质量影响因子 R_{PDW} 。在这11个品种中 R_{RL} 小于或等于0.45的有6个,它们是No-Iku 1716、C. Dzolia Sel、Parahainakoru、HB-1、八贵香和蚁公包。表明无芒稗根系对水稻早期生长过程中释放出的化感物质的反应最敏感。植株高度影响因子 R_{SH} 最低的是云南的两个品种早大谷和地谷,其相应的植株干质量影响因子 R_{PDW} 也较低。11个品种的综合影响因子 R_I 均显著低于无水稻干扰的无芒稗对照(表1)。

其余460多份水稻品种(系)的无芒稗综合影响因子 R_I 大于或等于0.7,表明它们的化感作用趋势很小或无化感作用(数据未列出)。

2.2 水稻具化感潜力品种(系)的复筛

2.2.1 水稻叶片水浸提液对莴苣根长的抑制效果

从初筛获得的具有化感作用趋势的11个品种(系)中选择了7个品种进入复筛。复筛试验在大田自然条件下进行。在水稻分蘖末期取叶片,在低温条件下制成水浸提液,测定叶片水浸提液对莴苣根长的抑制效果。结果表明,中国台湾品种蚁公包叶片水浸提液对莴苣根长抑制率达到85%,高于美国科学家筛选获得的品种PI312777。与非化感品种秀水63相比,另2个台湾品种No-Iku 1716和Parahainakoru的叶片水浸提液对莴苣根长的抑制率也达到显著水平(表2)。

表1 具有化感作用趋势的11个品种对无芒稗的影响因子

Table 1. Relative factors of rice variety with allelopathic potential on the barnyardgrass.

品种 Rice variety	来源地 Origin	R_{SH}	R_{RL}	R_{PDW}	R_I
No-Iku 1716	中国台湾 Taiwan, China	0.69 bcd	0.39 e	0.78 bc	0.62 b
C. Dzolia Sel	中国台湾 Taiwan, China	0.77 b	0.39 e	0.72 bcd	0.62 b
Parahainakoru	中国台湾 Taiwan, China	0.74 b	0.36 e	0.79 bc	0.63 b
HB-1	中国 China	0.77 b	0.45 de	0.72 bcd	0.65 b
早大谷 Zaodagu	中国云南 Yunnan, China	0.58 e	0.73 bc	0.64 cd	0.65 b
八贵香 Baguixiang	中国 China	0.74 b	0.42 e	0.81 bc	0.66 b
云丹红 Yundanhong	中国云南 Yunnan, China	0.63 cde	0.62 cd	0.71 bcd	0.66 b
DIANSHAO 1	中国 China	0.76 b	0.46 de	0.79 bc	0.67 b
麻谷红米 Maguhongmi	中国江西 Jiangxi, China	0.72 bc	0.48 de	0.81 bc	0.67 b
地谷 D-gu	中国云南 Yunnan, China	0.62 de	0.80 b	0.58 d	0.67 b
蚁公包 I-Kung-Pao	中国台湾 Taiwan, China	0.77 b	0.43 e	0.88 ab	0.69 b
无芒稗 Barnyardgrass		1.00 a	1.00 a	1.00 a	1.00 a

R_{SH} 为无芒稗植株高度影响因子; R_{RL} 为无芒稗根长影响因子; R_{PDW} 为无芒稗植株干质量影响因子; R_I 为无芒稗综合影响因子; $R_I = (R_{SH} + R_{RL} + R_{PDW})/3$ 。表中同一列数据后带相同字母者表示在5%水平上差异不显著。

R_{SH} , Relative factor of barnyardgrass plant height; R_{RL} , Relative factor of barnyardgrass root length; R_{PDW} , Relative factor of barnyardgrass plant dry weight; R_I , Integrated relative factor of barnyardgrass; $R_I = (R_{SH} + R_{RL} + R_{PDW})/3$; $R_X = H_X/H_{CK}$. R_X , Relative factor of barnyardgrass for X ; H_X , Value in treated sample; H_{CK} , Value in check.

Values within each column followed by the same letters are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

表2 水稻叶片水浸提液对莴苣和稗草根长的抑制效果

Table 2. Inhibitory effects of water extract of rice leaves on root length of lettuce and barnyardgrass.

水稻叶片水浸提液 Rice leaves extract	莴苣 Lettuce		无芒稗 Barnyardgrass	
	根长 Root length/mm	抑制率 Control/%	根长 Root length/cm	抑制率 Control/%
蚁公包 I-Kung-Pao	3.55 d	85 a	1.97 bc	45 ab
No-Iku 1716	5.17 cd	79 ab	1.80 bc	50 ab
Parahainakoru	5.33 cd	78 ab	1.90 bc	47 ab
C. Dzolia Sel	5.96 bcd	75 abc	2.30 b	36 b
地谷 D-gu	8.42 bcd	65 abc	1.68 c	53 a
DIANSHAO 1	9.10 bc	62 bc	2.00 bc	44 ab
HB-1	11.03 b	54 c	2.04 bc	43 ab
PI312777	4.79 cd	80 ab	1.84 bc	49 ab
秀水 63 Xiushui 63	10.74 b	56 c	2.17 bc	40 ab
无菌水 Sterile water	24.15 a	0 d	3.59 a	0 c

表中同一列数据后带相同字母者表示在5%水平差异不显著。

Values within each column followed by the same letters are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

表3 水稻具化感潜力品种对田间无芒稗的控制效果

Table 3. Control effect of barnyardgrass by allelopathic rice variety in the field.

水稻品种 Rice variety	无芒稗茎数 Barnyardgrass stems per plant	防效 Control/%	无芒稗鲜质量 Fresh weight of barnyardgrass /g	防效 Control/%
No-Iku 1716	121.33 ab	34.4 ab	1577.09 ab	29.3 ab
蚁公包 I-Kung-Pao	144.33 ab	22.0 ab	1648.21 ab	26.1 ab
Parahainakoru	152.67 ab	17.5 ab	1558.55 ab	30.2 ab
C. Dzolia Sel	161.00 a	13.0 ab	1762.69 ab	21.0 ab
DIANSHAO 1	148.67 ab	19.6 ab	1914.63 ab	14.2 ab
HB-1	155.00 ab	16.2 ab	1872.41 ab	16.1 ab
地谷 D-gu	89.67 b	51.5 a	1203.01 b	46.1 a
PI312777	132.33 ab	28.5 ab	1475.71 ab	33.9 ab
秀水 63 Xiushui 63	185.00 a	0.0 b	2231.65 a	0.0 b

表中同一列数据后带相同字母者表示在5%水平上差异不显著。

Values within each column followed by the same letters are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

2.2.2 水稻叶片水浸提液对无芒稗根长的抑制效果

地谷对无芒稗根长的抑制作用最强,其抑制率达到53%,显著高于C. Dzolia Sel,也高于美国品种PI312777。对莴苣根长抑制作用最强的3个品种蚁公包、No-Iku 1716和Parahainakoru也提供了较高的无芒稗根长抑制率,且与美国的化感潜力品种PI312777相比无显著差异(表2)。

2.2.3 水稻具化感潜力品种对田间杂草的生态控制效果

在大田自然条件下,无芒稗与水稻共生40 d后,取样调查。结果表明,与非化感品种秀水63相比,地谷对无芒稗的茎数防效和植株鲜质量防效最高,达到显著水平。地谷对无芒稗的控制效果也明显高于美国化感潜力品种PI312777(表3)。其余6个品种对无芒稗的茎数防效和植株鲜质量防效也明

显高于秀水63,但与PI312777相比差异不显著。

本试验田杂草基数较高,除了人工接种无芒稗,自然生长的杂草有千金子、水莎草、异型莎草、陌上菜、鸭舌草、节节菜、四叶萍和丁香蓼等。具有化感作用趋势的7个品种与非化感品种秀水63相比,总杂草茎数虽然无显著差异,但是,这7个品种中有6个品种对总杂草植株鲜质量表现明显的抑制作用,其中地谷对总杂草植株鲜质量的抑制效果达到显著水平(表4)。

与非化感品种秀水63相比,7个品种对千金子、异型莎草、水莎草、陌上菜、鸭舌草、节节菜、四叶萍和丁香蓼茎数和植株鲜重的抑制作用不显著(表4)。千金子、异型莎草和水莎草的植株茎数和植株生物量鲜质量各处理之间差异不显著,但数据大小相差幅度大,表明重复之间的数据差异大,这是自然生杂草的不均匀性造成的。

表4 水稻具化感潜力品种对田间杂草的影响

Table 4. Effects of allelopathic rice variety on weeds growth in the field.

品种 Variety	杂草总量		千金子		莎草 ¹⁾		陌上菜	
	All weeds		<i>Leptochloa chinensis</i>		Flatsedge ¹⁾		<i>Lindernia procubens</i>	
	茎数 Stems per plant	鲜质量 Fresh weight/g	茎数 Stems per plant	鲜质量 Fresh weight/g	茎数 Stems per plant	鲜质量 Fresh weight/g	茎数 Stems per plant	鲜质量 Fresh weight/g
No-Iku 1716	237 b	2008 ab	8.0 a	6.7 a	9.0 a	47.6 a	4.3 a	2.0 a
蚁公包 I-Kung-Pao	331 ab	2178 ab	24.0 a	6.3 a	30.3 a	163.8 a	7.0 a	3.5 a
Parahainakoru	353 ab	1945 ab	16.0 a	3.0 a	9.0 a	72.7 a	6.7 a	2.5 a
C. Dzolia Sel	421 a	2414 ab	24.0 a	10.7 a	29.0 a	145.7 a	3.7 a	1.8 a
DIANSHAO 1	303 ab	2320 ab	9.7 a	0.3 a	7.7 a	36.4 a	4.7 a	1.1 a
HB-1	420 a	2619 a	16.0 a	11.3 a	29.3 a	194.9 a	7.0 a	3.8 a
地谷 D-gu	311 ab	1833 b	11.0 a	5.7 a	14.7 a	87.3 a	7.7 a	4.8 a
PI312777	382 ab	2138 ab	5.7 a	8.0 a	36.0 a	208.1 a	4.3 a	2.6 a
秀水 63 Xiushui 63	344 ab	2653 a	24.7 a	5.0 a	4.0 a	28.4 a	3.3 a	1.5 a
鸭舌草								
品种 Variety	<i>Monochoria vaginalis</i>		<i>Rotala indica</i>		<i>Marsilea quadrifolia</i>		<i>Ludwigia prostrata</i>	
	茎数 Stems per plant	鲜质量 Fresh weight/g	茎数 Stems per plant	鲜质量 Fresh weight/g	茎数 Stems per plant	鲜质量 Fresh weight/g	茎数 Stems per plant	鲜质量 Fresh weight/g
	20.0 a	208.8 a	41.3 a	13.4 a	26.7 a	14.7 a	6.7 a	107.6 ab
No-Iku 1716	17.7 a	158.0 a	93.0 a	43.7 a	8.7 a	3.9 a	6.3 a	42.7 ab
蚁公包 I-Kung-Pao	23.3 a	162.0 a	102.7 a	38.9 a	39.3 a	22.2 a	3.0 a	10.2 ab
Parahainakoru	32.7 a	198.5 a	143.0 a	57.9 a	16.7 a	9.0 a	10.7 a	138.0 a
C. Dzolia Sel	31.3 a	302.7 a	53.0 a	19.8 a	47.3 a	17.4 a	0.3 a	0.2 b
DIANSHAO 1	22.7 a	247.8 a	124.7 a	50.9 a	53.7 a	33.0 a	11.3 a	121.5 a
HB-1	26.3 a	284.5 a	115.0 a	53.8 a	41.0 a	33.4 a	5.7 a	98.0 ab
地谷 D-gu	23.7 a	219.1 a	101.0 a	43.1 a	71.1 a	65.4 a	8.0 a	91.6 ab
PI312777	21.0 a	172.9 a	73.0 a	32.0 a	28.3 a	13.2 a	5.0 a	40.3 ab

表中同一列数据后带相同字母者表示在5%水平上差异不显著。杂草总量数据分析采用LSD检测方法。

1) 莎草包括水莎草和异型莎草。

Values within each column followed by the same letters are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test. The data of weeds analyzed by LSD.

1) Flatsedge includes *Juncellus serotinus* and *Cyperus difformis*.

3 讨论

美国筛选水稻化感种质是在田间进行的,靶标杂草为自然生长或人工接种的,以水稻抑草圈直径大小判断水稻化感作用的强弱^[3]。其优点是试验结果与生产实践比较接近,缺点是劳动强度大、花费时间长。我国孔垂华等采用高效液相色谱技术,以特征次生物质为标记评价水稻的化感潜力^[7],其优点是快捷、准确,但仪器设备投入大,要求专业人员经验丰富。

本试验采用砂培法,以无芒稗植株高度、根长和植株干质量影响因子评价水稻幼苗期化感作用强弱,排除了不同水稻品种间株型差异的干扰,试验在人工气候箱中进行,光、温、水分条件均保持一致,避免了自然状态条件下各种因素的干扰,试验结果较

好地反映出水稻化感作用的强弱趋势。在初筛基础上,扩大到田间小区试验进行复筛,包括水稻叶片水浸提液对莴苣根长和稗草根长的抑制效果,以及对田间无芒稗密度和生物量的控制效果,同时考查了其他杂草密度和生物量的变化趋势。这种室内初筛与田间复筛相结合的综合生物测定措施无疑可提高筛选的可靠程度。

在本研究中,水稻与无芒稗在人工气候箱中共生至3叶期,然后取样分析无芒稗的根长影响因子RRL、植株高度影响因子R_{SH}、植株干质量影响因子R_{PDW}和综合影响因子R_I,初步评价了470多份水稻品种(系)的化感抑制杂草作用,获得了R_I小于0.7具有化感作用趋势的11个品种(系),即No-Iku 1716、C. Dzolia Sel、Parahainakoru、HB-1、早大谷、八贵香、云丹红、DIANSHAO 1、麻谷红米、地谷和

蚁公包。选择其中7个品种在田间自然条件下进行复筛。在水稻与杂草共生40 d后的水稻分蘖末期取样生物测定,考查水稻叶片水浸提液对萬苣根长和无芒稗根长的抑制作用,发现中国台湾品种蚁公包对萬苣根长的抑制率高达85%,显著高于美国化感潜力品种PI312777。

水稻叶片水浸提液-萬苣根长法用于水稻化感作用的研究已有多处报道,日本科学家利用这一方法测定了189份亚洲栽培稻和非洲栽培稻,发现水稻品种间控制杂草的作用存在显著差异^[12]。中国曾大力等采用水稻叶片水浸提液-萬苣根长法,对以亲本窄叶青8号/京系17培育的加倍单倍体(DH)群体进行了生物测定,结合应用Mapmaker/QTL软件,对水稻化感作用进行QTL分析,完成了水稻化感作用基因的初步定位^[13]。在这些研究中充分反映出水稻叶片水浸提液-萬苣根长法的优点,即材料来源方便、出苗整齐、对化感物质反应敏感。萬苣为双子叶植物,能够显著抑制萬苣的化感次生物质,通常也具有抑制阔叶杂草和莎草科杂草的潜力。

云南品种地谷对无芒稗的根长抑制率高达53%,对田间无芒稗的茎数抑制率为51.5%,植株鲜质量抑制率为46.1%,均明显高于美国化感潜力品种PI312777。地谷对无芒稗的生态控制效果令人鼓舞。

稗草对环境的适应能力极强,防治难度很大。其种子在亚热带和温带有较长休眠期,而在热带无休眠期;在土表休眠期短,而在深度土壤中休眠期可长达8年。稗草有多个品种和变种,其中有适应旱地生长的旱稗,有适应湿润土壤生长的稗和无芒稗,还有适应深水生长的稻稗和多叶稗等^[14]。以稗草为靶标生物测定筛选水稻化感潜力品种,取得的结果比较符合生产实际。一旦获得抗稗草的水稻化感潜力品种(系),就可以利用这种资源,采用常规育种技术或分子育种技术培育出抗稗草的商业化水稻新品种。

参考文献:

- Yu L Q (余柳青), Huang S W (黄世文), Xu Z H (徐正浩). Development of the study on *Echinochloa* biology. In: Development of Plant Protection in 21st Century (植物保护21世纪展望). Beijing: Chinese Scientific and Technical Publishing House (中国科学技术出版社), 1998. 599–603. (in Chinese)
- Zhang C X (张朝贤), Qian Y X (钱益新), Hu X E (胡祥恩). Integrated management of weed in China. In: Proceedings of the 6th Weed Science Conference of China (第六次全国杂草科学学术研讨会论文集). Nanning: Guangxi Nationality Publishing House(广西民族出版社), 1999. 10–15. (in Chinese)
- Dilday R H, Lin J, Yan W. Identification of allelopathy in the USDA-ARS rice germplasm collection. *Austral J Exp Agric*, 1994, 34:907–910.
- Hassfan S M, Aidy I R, Bastawisi A O, et al. Weed management using allelopathic rice varieties in Egypt. In: Olofsdotter M. Allelopathy in Rice. Manila: IRRI, 1998. 27–37.
- Olofsdotter M. Rice—a step toward use of allelopathy. *Agron J*, 2001, 93(1):3–8.
- Olofsdotter M, Jensen L B. Review—improving crop competitive ability using allelopathy: an example from rice. *Plant Breeding*, 2002, 121:1–9.
- Kong C H (孔垂华), Xu X H (徐效华), Hu F (胡飞), et al. Using specific second metabolites as markers to evaluate allelopathic potentials of rice varieties and individual plants. *Chinese Sci Bull*(科学通报), 2002, 47(3):203–206. (in Chinese)
- Wang D L (王大力), Ma R X (马瑞霞), Liu X F (刘秀芬). A preliminary study on the allelopathic activity of rice germplasm. *Sci Agric Sin* (中国农业科学), 2000, 33(3):94–96. (in Chinese with English abstract)
- Tang L H (汤陵华), Sun J X (孙加祥). Allelopathy of rice germplasm. *Jiangsu Agric Sci* (江苏农业科学), 2002, (1):13–14. (in Chinese)
- Xu Z H (徐正浩), Yu L Q (余柳青), Zhao M (赵明), et al. Competition and allelopathy of rice with barnyardgrass. *Chinese J Rice Sci*(中国水稻科学), 2003, 17(1):67–72. (in Chinese with English abstract)
- Tang Q Y (唐启义), Feng M G (冯明光). DPS Data Processing System for Practical Statistics(实用统计分析及其DPS数据处理系统). Beijing: Science Press (科学出版社), 2002. (in Chinese)
- Fujii Y. The allelopathic effect of some rice varieties. In: Shishayama H, Olofsdotter M. Biological Control and Integrated Management of Paddy and Aquatic Weeds in Asia. Proceedings of the International Seminar Japan. Tsukuba: NARC, 1992. 160–165.
- Zeng D L(曾大力), Qian Q(钱前), Teng S(腾胜), et al. Genetical analysis of rice allelopathic function. *Chinese Sci Bull*(科学通报), 2003, 48(1):70–73. (in Chinese)
- Michael P W. Taxonomy and distribution of *Echinochloa* species with special reference to their occurrence as weeds of rice. In: Weed Control in Rice. Manila: IRRI & IWSS, 1983. 291–305.