

抗草潜力不同的水稻品种混合种植对稗草的抑制作用

韩豪华¹ 周勇军² 陈欣^{1,*} 余柳青^{2,*}

(¹ 浙江大学 生命科学学院 , 浙江 杭州 310058 ; ² 中国水稻研究所 , 浙江 杭州 310006 ; * 通讯联系人 , E-mail : chen tang @ zju . edu . cn ; liuqy53 @ yahoo . com . cn)

Inhibitory Effects of Mixed Planting of Rice Varieties with Different Weed Tolerant Potentials on *Echinochloa crus galli*

HAN Hao hua¹ , ZHOU Yong jun² , CHEN Xin^{1,*} , YU Liu qing^{2,*}

(¹ College of Life Sciences , Zhejiang University , Hangzhou 310058 , China ; ² China National Rice Research Institute , Hangzhou 310006 , China ; * Corresponding author , E-mail : chen tang @ zju . edu . cn ; liuqy53 @ yahoo . com . cn)

Abstract : Pot and field experiments were conducted to study the effects of mixed planting of different rice varieties on germination and growth of barnyardgrass (*Echinochloa crus galli* var . *mitis*) . Rice varieties Xiushui 63 (allelopathic index 0 . 24 , low competitive) , PI312777 (allelopathic index 0 . 61 , high competitive) and Guodao 1 (allelopathic index 0 . 55 , high competitive) were used . In the pot experiment PI312777 and Guodao 1 showed strong inhibition but Xiushui 63 had no effects on the germination of barnyardgrass under monoculture . However , the germination rate of barnyardgrass was significantly reduced in the pots mixed planted Xiushui 63 with PI312777 or Guodao 1 . Both pot and field experiments showed that the biomass of barnyardgrass was significantly lower in pots or plots of PI312777 and Guodao 1 than in Xiushui 63 under monoculture . Moreover , the biomass of barnyardgrass was significantly decreased in the pots or plots of Xiushui 63 mixed planting with PI312777 or Guodao 1 . The results suggested that mixed planting of rice varieties could enhance the resistance of Xiushui 63 to barnyardgrass .

Key words : rice ; barnyardgrass ; mixed planting ; allelopathy

摘要 : 以秀水 63 (化感指数为 0 . 24 , 竞争力弱) 、 PI312777 (化感指数为 0 . 61 , 竞争力强) 、 国稻 1 号 (化感指数为 0 . 55 , 竞争力强) 为材料 , 采用盆栽试验和田间试验相结合的方法 , 研究了抗草潜力不同的水稻品种混种对稗草萌发和生长的影响。盆栽试验结果表明 , PI312777 和国稻 1 号对稗草萌发抑制作用显著 , 而秀水 63 对稗草萌发无抑制作用 ; 秀水 63 与 PI312777 或国稻 1 号混合种植后 , 稗草的萌发均受到抑制。盆栽和田间试验均表明 , 在单种情况下 , 稗草的生物量在 PI312777 和国稻 1 号的试验小区均低于秀水 63 的试验小区。秀水 63 与 PI312777 、 秀水 63 与国稻 1 号混合种植 , 稗草的生物量均显著降低。与抗草潜力高的水稻品种 (PI312777 和国稻 1 号) 混合种植 , 在一定程度上能增强秀水 63 对稗草的抑制能力。

关键词 : 水稻 ; 稗草 ; 混合种植 ; 化感作用

中图分类号 : S451 ; S511 . 01

文献标识码 : A

文章编号 : 1001-7216(2007)03-0319-04

杂草危害造成水稻减产高达 10% ~ 15% , 重者可减产 50% , 甚至颗粒无收。化学除草仍是当今国际上控制稻田草害的重要方法^[1] , 长期化学除草导致作物的药害不断发生、抗药性生物型杂草增加、杂草群落结构发生变化、多年生难防除的杂草如四叶萍、水莎草、双穗雀稗和空心莲子草等的发生频度和危害程度上升^[2-4]。有的地区由于连续多年使用长残效除草剂 , 良田变成了“癌症田” , 对农业的可持续发展构成潜在威胁。因此 , 寻找新的杂草防控途径 , 确保粮食生产与环境安全有着重要意义。一些水稻品种可通过化感作用^[5-6] 或凭借其较强的竞争力抑制杂草^[7-8]。余柳青等^[9] 报道 , 杂交稻汕优 63 稻田的杂草发生比粳稻田降低 66% ~ 95% , 汕优 63 对鸭舌草、矮慈姑和水竹叶的控制效果平均为 89%。利用具有化感潜力的水稻基因型控制杂草日益受到人们的关注。Hassan 等^[10] 研究水稻对稗草的化感关系发现 , 约有 30 份水稻材料可以控制田间稗草的生长 , 防控效果可达 50% ~ 90% ; 10 多份水稻材料对异型莎草有抑制作用。中国学者从中国水稻品种资源中鉴定出一些可控制稻田稗草的水稻品种(系)^[11-16]。需要指出的是 , 水稻与稗草的竞

争和化感作用是水稻抑制稗草生长或水稻与稗草相互作用的两个方面 ; 竞争作用 (competition) 是水稻与稗草相互为获取水分、营养、光照等资源通过自身生长来排斥对方的相互作用 ; 化感作用 (allelopathy) 是水稻分泌某些化学物质而促进或抑制稗草种子萌发、苗和根的生长作用^[17]。但是 , 目前生产上相当部分的优良水稻品种并不具备抗稗草潜力。因此 , 我们试图在同一个稻田内将抗稗草潜力不同的水稻混合种植 , 通过具有抗稗草潜力的品种对无抗草潜力品种的保护控制杂草的发生 , 从而减少单位面积除草剂的使用 , 并实现优质高产。

1 材料与方 法

1.1 材 料

以秀水 63、PI312777 和国稻 1 号为水稻试验材料。秀

收稿日期 : 2006-08-24 ; 修改稿收到日期 : 2006-12-12。

基金项目 : 国家重大基础研究计划 (973 计划) 资助项目 (2006CB100206)。

第一作者简介 : 韩豪华 (1982 -) , 男 , 硕士研究生。

表1 供试水稻品种的农艺性状和化感指数

Table 1. Allelopathic index and agronomic characteristics of the tested rice varieties.

水稻品种 Rice variety	化感指数 ¹⁾ Allelopathic index ¹⁾	株高 Plant height/cm	生育期 Growth duration/d
PI312777	0.61±0.01 a	109.1	109
国稻1号 Guodao 1	0.55±0.01 b	125.8	130
秀水63 Xiushui 63	0.24±0.00 c	88.6	125

¹⁾同一栏中,数据后跟不同小写字母者表示差异达5%显著水平。

¹⁾ Within a column, data followed by different lowercase letters indicate significant difference at the 5% level.

水63是抗草性弱的品种,PI312777为水稻化感品种,国稻1号同时具有强的化感特性和竞争抗草特性。3个品种的化感指数和农艺性状见表1。

无芒稗 [*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. var. *mitis* (Pursh) Peterm.] 种子2004年从田间采集并保存于-20℃。

盆栽试验土壤取自浙江省常山县水稻田。土壤中速效氮、速效磷和速效钾含量分别为(44.32±5.16) mg/kg、(9.27±0.78) mg/kg和(54.60±5.34) mg/kg。

1.2 试验设计

1.2.1 盆栽试验

盆栽试验在温室中进行。盆的规格为32 cm×29 cm,每盆装8 kg土壤和石英砂混合基质(质量比为1:4)。试验设8个处理,即对照(无水稻,CK),秀水63(A),PI312777(B),国稻1号(C),秀水63和PI312777混种(AB),秀水63和国稻1号混种(AC),PI312777和国稻1号混种(BC),秀水63、PI312777和国稻1号混种(ABC)。每盆播种定苗稗草16株,水稻总苗16株,2个水稻混种的比例为1:1,3个水稻品种混种的比例是1:1:1。试验设4次重复,随机区组排列。实验过程中考查稗草和水稻的萌发动态、植株生长动态,试验10周后(水稻和稗草都处于分蘖盛期)测定生物量。试验期间,不再进行间苗和施肥,每天定量供水保证生长需要。

1.2.2 田间试验

田间试验在中国水稻研究所试验基地进行。试验田土壤为砂壤黏土,pH 7.1,有机质含量34 g/kg。选取土壤条件、稗草分布均一的田块。试验设7个处理:秀水63(A),PI312777(B),国稻1号(C),秀水63和PI312777混种(AB),秀水63和国稻1号混种(AC),PI312777和国稻1号混种(BC),秀水63、PI312777和国稻1号混种(ABC)。完全随机区组排列,每个处理4次重复,每个小区的面积为5 m²。6月29日移栽,秧龄15 d。水稻移栽密度为16 茺/m²。移栽前施基肥复合肥375 kg/hm²,分别于7月15日和8月3日追施尿素150 kg/hm²。分别于7月14日、8月2日和8月19日使用吡虫啉、歼刺、功夫、锐劲特、敌敌畏和井冈霉素等防治稻飞虱、卷叶螟和纹枯病等。移栽后在每试验小区内设置两个大小为1 m×1 m的样方,考查稗草的生长动态,移栽8周后(水稻和稗草都处于分蘖盛期)测定稗草生物量。

1.3 数据分析

所有试验数据用SPSS11.0进行统计分析,LSD进行单因素多重方差分析和差异性显著检验。

2 结果与分析

2.1 稗草萌发动态

图1是不同试验处理的稗草种子的萌发率。从图1可

见,秀水63中稗草的萌发率与对照(稗草单独种植)无显著差异,而PI312777无论是单种还是与其他品种混种均显著降低稗草的萌发率。国稻1号对稗草萌发率的影响趋势与PI312777相似,但它对稗草萌发的抑制作用比PI312777弱。

2.2 稗草植株生长

在盆栽试验条件下,与对照(稗草单独种植)相比,秀水63和国稻1号对稗草株高均无显著影响(图2-A),但PI312777无论是单种还是与其他品种混种,都具有抑制稗草株高的趋势,但差异不显著。从稗草生物量看(图2-B),秀水63对稗草无影响,国稻1号有降低稗草生物量的趋势,PI312777则显著降低稗草的生物量。

在田间试验条件下,PI312777种植小区的稗草植株高度显著低于秀水63、国稻1号以及不同的混栽种植(图3-A)。秀水63分别与PI312777、国稻1号混种的试验小区,稗草的株高低于秀水63单独种植的小区,但差异不显著。从不同处理稗草的生物量可见(图3-B),秀水63单种的小区,稗草

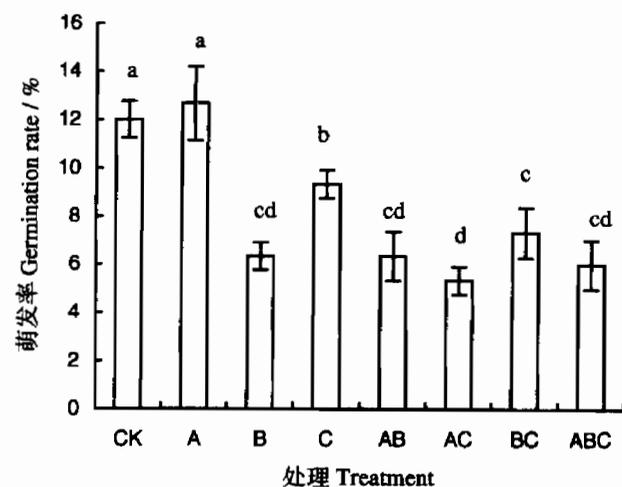


图1 盆栽条件下不同水稻品种混种对稗草萌发率的影响

Fig. 1. Germination rate of barnyardgrass in mixed-planting treatments with different rice varieties under pot conditions.

CK—对照(无水稻种植); A—秀水63; B—PI312777; C—国稻1号; AB—秀水63和PI312777混种; AC—秀水63和国稻1号混种; BC—国稻1号和PI312777混种; ABC—秀水63、PI312777和国稻1号混种。图柱上有相同字母者表示在5%水平差异不显著。下图同。

CK, Control (without rice); A, Xiushui 63; B, PI312777; C, Guodao 1; AB, Mixed-planting of Xiushui 63 with PI312777; AC, Mixed-planting of Xiushui 63 with Guodao 1; BC, Mixed-planting of PI312777 with Guodao 1; ABC, Mixed-planting of Xiushui 63, PI312777 and Guodao 1. Bars with the same letters are not significantly different at $P \leq 0.05$, LSD. The same as in the figures below.

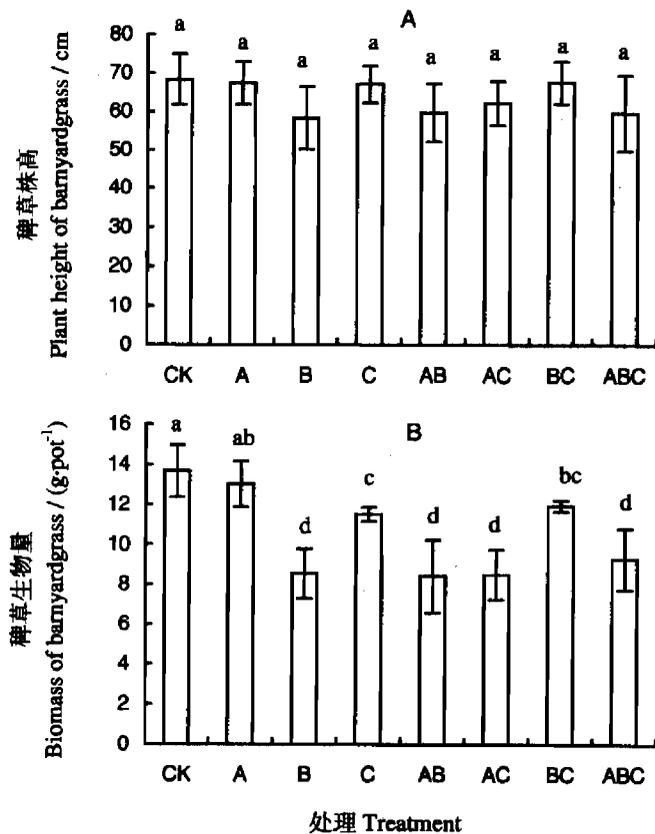


图2 盆栽条件下不同水稻品种混种处理播种10周后的稗草株高和生物量

Fig. 2. Plant height and biomass of barnyardgrass at 10 weeks after seeding in various treatments under pot experiment.

生物量显著高于其他处理,秀水63与其他2个品种混种,稗草的生物量均显著降低。

3 讨论

水稻对稗草的抗性存在品种间的差异^[14-15],化感抑草和竞争抑草是水稻品种抗杂草的两个重要方面^[7,12]。在本试验中,秀水63对稗草的化感指数低(0.24)、竞争能力弱,因而在盆栽试验和田间试验中都表现为抗草性弱、稗草发生量大。而PI312777和国稻1号的化感指数高且国稻1号竞争力强,因而这两个品种均表现出较强的抗稗草能力。盆栽试验表明,当秀水63与化感潜力品种PI312777混种时,稗草的萌发和生长受到明显抑制,而且这种抑制效果与PI312777单独种植时的作用效果相似。盆栽和田间试验都表明,秀水63与化感潜力品种PI312777混种,稗草的生物量均显著降低,意味着抗草性弱的品种与化感抗草性强的品种混合种植,其抗草性能得到提高,稗草可得到一定程度的控制。

我们的研究发现,竞争力强的超级稻国稻1号,其化感指数达0.55。在盆栽试验条件下,国稻1号对稗草萌发表现出显著的抑制作用,秀水63与国稻1号混种后,稗草萌发率也显著降低。国稻1号由于同时具有竞争抑草和化感抑草的特性,在田间试验条件下表现出较强的抗稗草能力,秀水63与国稻1号混合种植的处理(秀水63+国稻1号、秀水63+PI312777+国稻1号)中,稗草的生物量显著低于秀水63单独种植。因此,利用水稻自身抑制杂草特性合理布局水稻生产,能在一定程度上减少杂草的发生,从而减少除草剂的使用。当然,在大田中的控草效果还有待于进一步验证。

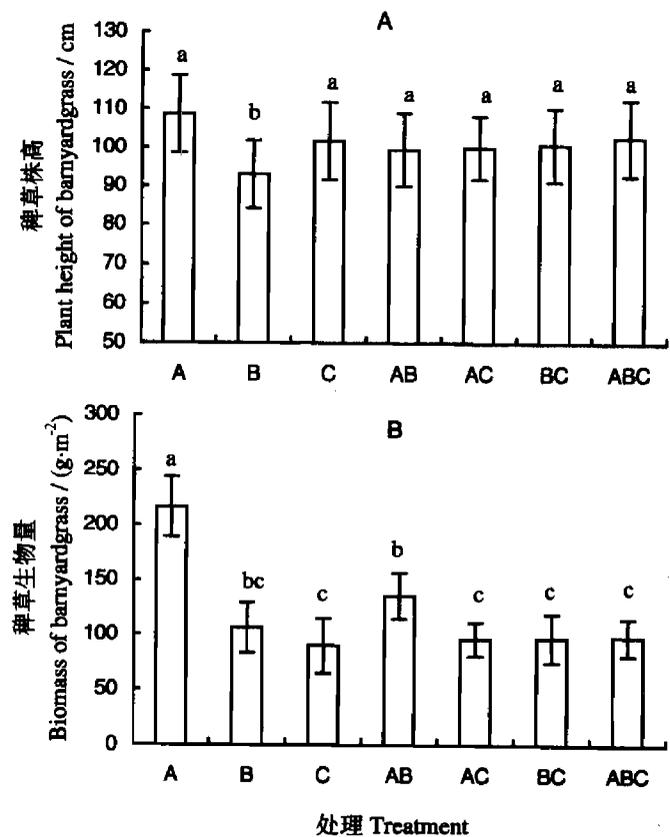


图3 田间不同水稻品种混种在水稻移栽8周后的稗草植株高度和生物量

Fig. 3. Plant height and biomass of barnyardgrass at 8 weeks after transplanting in various treatments in field experiment.

根据水稻品种抗病特性的差异,通过混合种植、间隔种植等形式布局水稻遗传多样性,在控制水稻病害、减少农药使用和提高产量方面已取得成功^[18]。分子生物学的分析表明,传统品种黄壳糯和杂交水稻汕优63混种,品种间的基因流(gene flow)频率很低,分别为0.04%(黄壳糯)和0.18%(汕优63),因而认为品种混种不影响传统品种特性的保持^[19]。利用水稻遗传多样性降低虫、草害的发生机理和途径仍需进一步探讨。

参考文献:

- [1] Itoh K. The future of weed biology and management. *Weed Biol Manag*, 2005, 5(3): 81-82.
- [2] 余柳青, 江荣昌. 浙江省稻田杂草群落及其演替. *杂草科学*, 1993(4): 21-23.
- [3] 韩庆莉, 沈嘉祥. 杂草抗药性的形成、作用机理研究进展. *云南农业大学学报*, 2005, 19(5): 556-561.
- [4] Owen M D K, Zelaya I A. Herbicide-resistant crops and weed resistance to herbicides. *Pest Manag Sci*, 2005, 61(3): 301-311.
- [5] 孔垂华, 胡飞. 植物化感(相生相克)作用及应用. 北京: 中国农业出版社, 2001.
- [6] 孔垂华, 徐效华, 胡飞, 等. 利用特征次生代谢物质为标记评价水稻品种单植株的化感潜力. *科学通报*, 2002, 47: 406-409.
- [7] 林文雄, 姚文辉. 杂交水稻与稗草种间竞争的优势表现. *福建农业大学学报*, 1998, 27(3): 261-264.
- [8] 余柳青, 陆永良, 周勇军, 等. 相同遗传背景不同植株形态水

- 稻等基因系与稗草的竞争及化感作用.应用生态学报,2005,16(4):721-724.
- [9] 余柳青,徐正浩,郭怡卿,等.杂交水稻对杂草的生态控制作用.植保技术与推广,1999,19(5):25-26.
- [10] Hassan S M, Aidy I R, Bastawisi A O, et al. Weed management using allelopathic rice varieties in Egypt//Olofsdotter M. Proceedings of the Workshop on Allelopathy in Rice. Manila, Philippines: IRRI, 1998: 27-37.
- [11] 王大力,马瑞霞,刘秀芬.水稻种质资源的化感活性的初步研究.中国农业科学,2000,33(3):94-96.
- [12] 徐正浩,余柳青,赵明,等.水稻和稗草竞争和化感作用.中国水稻科学,2003,17(1):67-72.
- [13] 李迪,周勇军,刘小川,等.中国部分稻种资源的化感控制杂草潜力评价.中国水稻科学,2004,18(4):309-314.
- [14] 张付斗,郭怡卿,朱有勇.水稻抗稗草资源评价与除草剂减量应用研究.西南农业学报,2005,18(1):50-54.
- [15] 郭怡卿,张付斗,陶大云,等.野生稻化感抗(耐)稗草种质资源的初步研究.西南农业学报,2004,17(3):295-298.
- [16] 周勇军,李迪,陆永良,等.水稻品种化感潜力的双重评价与筛选.生态学报,2005,25(7):1599-1603.
- [17] 朱德峰.水稻异株克生作用——稻田杂草防治新途径.中国稻米,1996(6):34,36.
- [18] Zhu Y Y, Chen H R, Fan J H, et al. Genetic diversity and disease control in rice. *Nature*, 2000, 406: 718-722.
- [19] Rong J, Xia X, Zhu Y Y, et al. Asymmetric gene flow between traditional and hybrid rice varieties (*Oryza sativa*) estimated by nuclear SSRs and its implication in germplasm conservation//朱有勇.生物多样性持续控制作物病害理论与技术.昆明:云南科学技术出版社,2004:127-136.