

研究报告

A Letter

水稻与稗草混播互作的机制研究

程维民^{1,2}, 张瑛^{1,3}, 吴跃进¹, 朱国平⁴, 李克荣⁴, 王群⁴, 陈尚龙⁴, 程太平²

- 1.中国科学院安徽省离子束生物工程学重点实验室, 合肥, 230031
- 2.芜湖市瑞民农业科技有限公司, 芜湖, 241300
- 3.安徽省农业科学院水稻研究所 安徽省水稻遗传育种重点实验室, 合肥, 230031
- 4.南陵县种子管理站, 芜湖, 241300

✉ 通讯作者: pitacheng@sina.com; zhangying56888@sina.com ✉ 作者

分子植物育种, 2011 年, 第 9 卷, 第 63 篇 doi: 10.5376/mpb.cn.2011.09.0063

收稿日期: 2011 年 03 月 12 日

接受日期: 2011 年 04 月 28 日

发表日期: 2011 年 05 月 24 日

这是一篇采用 Creative Commons Attribution License 进行授权的开放取阅论文。只要对本原作有恰当的引用, 版权所有人允许并同意第三方无条件的使用与传播。

引用格式:

程维民等, 2011, 水稻与稗草混播互作的机制研究, 分子植物育种 Vol.9 No.63 (doi: 10.5376/mpb.cn.2011.09.0063)

摘要 本文利用长芒稗、短芒红稗、无芒红稗 3 种生态型稗草材料分别与直播稻材料 4059, 6173, 6180, 6181 以及嘉兴八号进行混播共生, 对稻稗幼苗期互作的机制进行了初步研究。结果表明: 不同生态型稗草对不同水稻品种营养器官的化感作用差异较大, 其中, 对水稻苗长的影响差异最为显著, 而对水稻根的影响则偏向抑制作用, 供试的水稻品种对稗草苗长主要表现为抑制作用。本文研究不同生态型的稗草种群与不同的水稻品种混播后幼苗期的共生表现, 为进一步揭示稻稗互作的机制奠定基础。

关键词 水稻; 稗草; 混播互作; 化感作用

Studies on Mechanism of Interaction of the Mixed Sowing of Rice and Barnyard grass

Cheng Weimin^{1,2}, Zhang Ying^{1,3}, Wu Yuejin¹, Zhu Guoping⁴, Li Kerong⁴, Wang Qun⁴, Chen Shanglong⁴, Cheng Taiping²

1. Key Laboratory of Ion Beam Bioengineering of Anhui Province, Hefei, 230031, P.R. China
2. Ruimin Agriculture and Technology Corporation of Wuhu City, Wuhu, 242400, P.R. China
3. Anhui Academy of Agricultural Sciences, Key Laboratory of Rice Genetics and Breeding of Anhui Province, Hefei, 230031, P.R. China
4. Seed control station of Nanling Country, Wuhu, 241300, P.R. China

✉ Corresponding author, pitacheng@sina.com; zhangying56888@sina.com ✉ Authors

Abstract In this paper, three different ecotype of long-awn barnyardgrass, short-awn red barnyard grass and awnless red barnyard-grass were selected to mixed sow with direct seeding rice materials 4059, 6173, 6180, 6181 and jiaxing8, our aim is to study the mechanism of interaction of the mixed sowing between rice and barnyard grass at seedling stage. The results indicated that there is great difference in interaction of the allelopathy between different ecotype of barnyard-grasses and different vegetative organ of rice, among them, there was most significant effect of barnyard-grass on the seedling length of rice, and while had an inhibitory effect on rice root. The effect of rice materials on the seedling length of barnyard-grass is mostly showing up to inhibitory effects. This paper had studied the symbiosis manifestations between allelopathic rice and different ecotype barnyard grass at seedling stage, and made foundation for further study on mechanism of interaction of the mixed sowing for rice and barnyardgrass.

Keywords Rice; Barnyardgrass; Interaction of the mixed sowing; Allelopathy

研究背景

水稻直播栽培是水稻规模生产的重要栽培措施之一, 而防治与水稻共生的杂草是水稻直播高产的重要一环, 随着工业化进程的延伸, 化学除草剂替代了繁杂人工除草作业, 广泛地应用于农业生产。随着化学除草剂使用周期的延长, 生态方面的负面

效应逐步显现, 一方面除草剂已经成为人类向环境投放的污染源之一, 另一方面导致对除草剂敏感的杂草种群逐渐消亡, 不敏感的杂草种群逐步成为水稻田的优势种群, 尤其是变化后稗草种群, 难防治, 危害重。为了保护生态环境, 促进农业可持续发展, 水稻自身抑草是最好的选择, 水稻品种本身的抑草

化感作用已成为当前研究的热点(王大力, 1998)。

国内外主要研究。埃及学者Hassan等(1998)研究300份水稻材料, 发现30份材料在田间条件下能控制稗草20%~70%的生长, 在温室条件下对稗草的控制能力达到50%~90%。这些化感抗草作用主要体现在抑制杂草发芽及其二叶期幼苗的生长。刘章勇和清治有(2000)则首次从差时育苗移栽稻稗共生的角度研究了水稻与稗草在大田条件下相互之间的竞争关系。方守国和刘章勇(2001)进一步研究水稻种植密度对稗草生长的抑制效应表明, 水稻低密度处理可使稗草分蘖数显著提高, 高密度处理则可使稗草叶面积指数显著降低, 而随着水稻密度的增加, 稗草生物量逐渐减少, 生长速率逐渐降低。徐正浩等(2003)用差时播种共培法研究了水稻对稗草的化感作用。王艳平和汤陵华(2003)认为, 已有的研究主要集中在两个方面: 一是水稻自毒作用; 二是水稻对稻田中伴生杂草和其它作物的化感作用。

关于稻稗互作的机理, 胡飞等(2004)认为, 直播条件下, 水稻种子刚萌发, 释放的化感物质有限, 难以对杂草的萌发和生长产生较大的影响, 而且一旦杂草突破水稻释放的化感物质的抑制而萌发, 杂草的生长就难以再被抑制。

然而, 已有的研究仅从稻稗差时共生的角度来研究水稻对稗草产生的化感作用, 没有关于稻稗共生时稗草对水稻的化感作用的研究, 也没有关于不同生态型的稗草对水稻的化感作用之间差异的研究。因此, 初步研究这种不同生态型的稗草种群与不同的水稻品种混播后幼苗期的共生表现, 是一件具有重要意义的工作。

1 结果分析

1.1 不同生态型的稗草材料对水稻苗长的影响

试验选取长芒稗、短芒红稗、无芒红稗3种不同生态型的稗草种子与不同直播稻材料4059, 6173, 6180, 6181和嘉兴八号进行混播, 不同生态型的稗草对水稻苗长的影响结果如图1所示。

由图1可知: 长芒稗、短芒红稗、无芒红稗与试验的5个水稻品种混播共生后, 从稗草作用来看, (1)长芒稗对水稻苗生长有促进作用的品种1个, 为6180, 1.68%; 有抑制作用的品种4个, 抑制程度为: 6173 > 6181 > 4059 > 嘉兴八号, 分别达到26.8%、

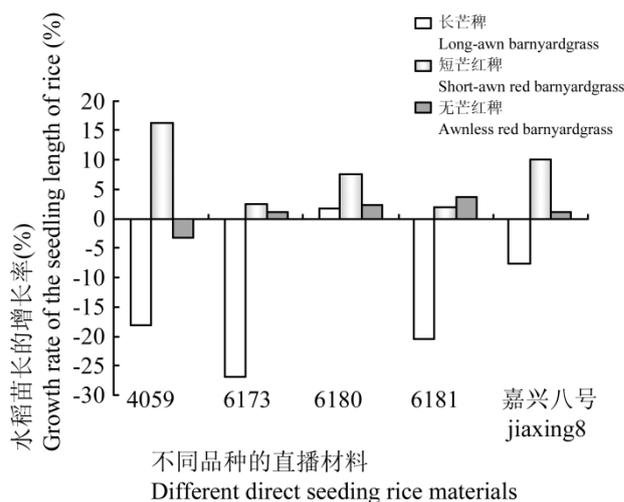


图1 不同生态型的稗草对水稻苗长的影响

Figure 1 Effect of different ecotype of barnyardgrass on the seedling length of rice

20.5%、18.2%、7.71%; (2)短芒红稗对5个品种水稻苗的生长都有促进作用, 促进程度为: 4059 > 嘉兴八号 > 6180 > 6173 > 6181, 分别达到16.3%、10%、7.56%、7.56%、2.53%、1.86%; (3)无芒红稗对4个水稻品种的苗生长有促进作用, 促进程度为: 6181 > 6180 > 6173 > 嘉兴八号, 分别达到3.67%、2.19%、1.11%、1.02%, 抑制作用的品种1个, 为4059, 抑制程度为3.17%。

从被作用的水稻品种来看, 对6180的苗生长, 三种稗草均有促进作用; 而对6173、6181、嘉兴八号的作用基本相同, 长芒稗主要是抑制作用, 短芒和无芒红稗则起促进作用; 对4059, 起抑制作用的是长芒稗和无芒红稗, 起促进作用的是短芒红稗。由此表明, 稗草对水稻秧苗生长的化感作用差异较大, 抑制和促进作用并存。

1.2 不同生态型的稗草对水稻根长的影响

试验选取长芒稗、短芒红稗、无芒红稗3种不同生态型的稗草种子与不同直播稻材料4059, 6173, 6180, 6181和嘉兴八号进行混播, 不同生态型的稗草对水稻根长的影响结果如图2所示。

由图2可知: 长芒稗、短芒红稗、无芒红稗与试验的5个水稻品种共生后, 从稗草作用来看, (1)长芒稗对水稻根生长有促进作用的品种2个, 6180、4059, 分别为4.99%、4.76%。有抑制作用的品种3个, 为6173、6181、嘉兴八号, 分别达到19.8%、

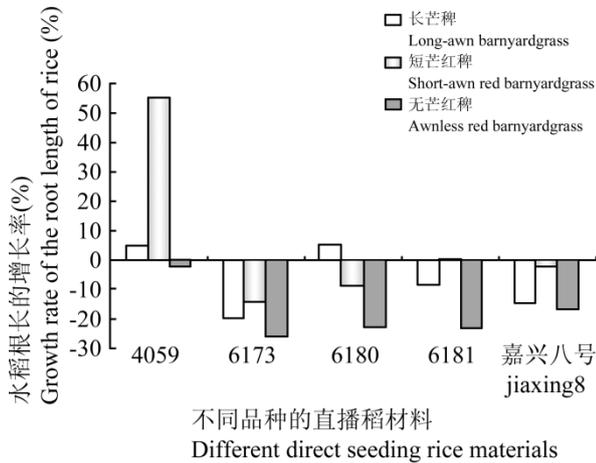


图2 不同生态型的稗草对水稻根长的影响
Figure 2 Effect of different ecotype of barnyardgrass on the root length of rice

14.6%、8.24%；(2)短芒红稗对2个水稻品种根生长有促进作用，为4059、6181，分别达到55.4%、0.283%。对3个水稻品种根的生长有抑制作用，为6173 > 6180 > 嘉兴八号，分别达到14.2%、8.64%、2.09%。(3)无芒红稗对水稻根的生长均有抑制作用，抑制作用程度为：6173 > 6181 > 6180 > 嘉兴八号 > 4059，分别达到25.9%、22.9%、22.7%、16.3%、2.36%。

从被作用的水稻品种来看，对4059的根长，长芒稗、短芒红稗起促进作用，而无芒红稗起抑制作用；对6180的根长，则长芒稗起促进作用，而短芒红稗、无芒红稗起抑制作用；对6173、6181、嘉兴八号，长芒稗和无芒红稗主要是抑制作用，而短芒红稗对6181则起促进作用，对6173、嘉兴八号抑制作用。由此可见，稗草对水稻根长的化感作用以抑制作用为主。

1.3 不同水稻品种对稗草苗长影响

试验选取长芒稗、短芒红稗、无芒红稗3种不同生态型的稗草种子与不同直播稻材料4059，6173，6180，6181和嘉兴八号进行混播，不同水稻品种对稗草苗长的影响结果如图3所示。

由图3可知：长芒稗、短芒红稗、无芒红稗与试验的5个水稻品种共生后，从稗草角度来看，(1)对长芒稗苗长，5个水稻材料都起抑制作用，抑制强度为：6180 > 4059 > 6173 > 嘉兴八号 > 6181，分别达到12.3%、8.38%、8.09%、4.37%、1.91%；

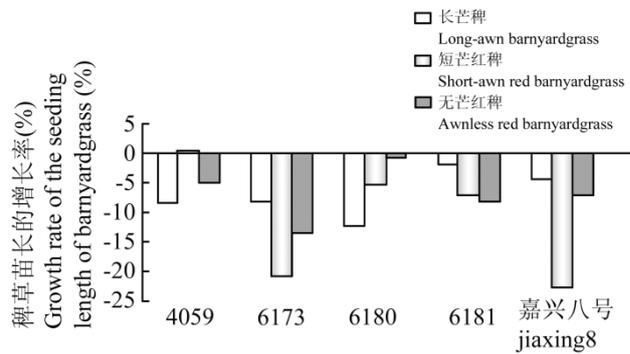


图3 不同水稻品种对稗草苗长的影响
Figure 3 Effect of different kinds of rice materials on the seedling length of barnyardgrass

(2)对短芒红稗苗长，有4个水稻品种起抑制作用，抑制强度为：嘉兴八号 > 6173 > 6181 > 6180，分别达到22.6%、20.7%、7.13%、5.27%。4059对短芒红稗苗的生长有轻微的促进作用，促进强度为0.375%；(3)对无芒红稗苗的生长，5个水稻材料均有抑制作用，抑制作用的强弱为：6173 > 6181 > 嘉兴八号 > 4059 > 6180，分别达到13.5%、8.15%、7.12%、5.03%、0.8%。

从水稻材料角度，本试验的5个水稻品种对三种稗草苗的生长主要表现为抑制作用，综合表现以水稻品种“6173”对三种稗草的抑制作用最显著，最低值达-8.09%，其次是嘉兴八号、6180；嘉兴八号、6173对短芒红稗苗生长受到的抑制最显著，达到22.6%、20.7%。

2 讨论

孙金才等(2004)认为，结合地方特点选择试图控制的杂草作为研究对象具有现实意义，因为不同材料对化感物质的响应可能不同。

本研究选用5个水稻品种和3种稗草，研究稻稗幼苗期互作的机制。其试验结果如图1、图2所示，从杂草和水稻互作中稗草的角度来看，稗草对水稻的化感作用差异较大，其中，对水稻的苗长影响差异最为显著，而对水稻根的影响则偏向抑制作用，仅有4059表现为促进作用。而从杂草和水稻互作中水稻的角度来看，如图3，水稻品种对稗草苗的生长主要表现为抑制作用。然而，从试验结果分析还可获得一些特殊现象，如水稻4059、6180两个品种与稗草互作机制与其他材料有较大差异，其中，

4059与短芒红稗共生时化感表现与众不同, 4059对短芒红稗的苗长的贡献率为0.375%, 而短芒红稗对4059的苗长的贡献率为16.3%, 对4059的根长的贡献率更是高达55.4%。这一特殊现象表明稻稗的互作作用可能有另外的机制: 即是水稻可以首先释放化感物质信号诱导稗草微量增长, 稗草接收化感物质信号后, 反过来释放更多的化感物质来促进水稻叶、根大幅度增长。而品种6173, 6181和嘉兴八号从稗、稻共生表型分析来看, 其互作机制以相互抑制作用为主, 其中6173抑制稗草苗生长的特性最强(图3), 这些与大田生物学测试结果相同。

本文通过幼苗期水稻、稗草共生发生化感作用室内试验及大田生物学试验表明(数据未发表), 稻、稗之间化感作用方式是双向的, 评价它们的标准应该由综合抑制指数来判定, 如何测算植物之间的综合抑制指数, 需要进一步研究。因为同一区域的稗草性状是多样的, 不同性状的稗草与水稻共生发生的化感表现也不相同, 尤其是水稻直播栽培, 稻、稗同时生长, 如果水稻在“发芽—幼苗”期对稗草抑制能力弱, 稗草会迅速生长争夺水稻水、肥、光照、CO₂等自然资源, 抑制水稻生长。

稻、稗之间或稻与杂草之间是一个动态的生态平衡, 人类选育水稻化感品种时应考虑到靶物种的适应速度。在自然界, 只有被人类利用的植物才有可能得到驯化纯合, 不被人类利用的植物群是一个变化着的动态的生态群体, 水稻生长是无法摆脱生态平衡的自然规律。

3材料与方法

3.1实验材料

试验中稗草有长芒稗, 短芒红稗, 无芒红稗三个类型, 均采于安徽省南陵县稻田。

参试的水稻品种(系)有4059, 6173, 6180, 6181和嘉兴八号, 均为早稻直播稻品种, 由芜湖市瑞民农业科技有限公司提供。

3.2实验方法

3.2.1实验设计

将5个水稻品种萌发后分别与同时萌发的3种稗草种子混合播种, 共15个处理; 另设5个水稻品

种和3种稗草种子单独播种为对照组, 实验组和对照组共23个处理, 每个处理三次重复, 一个盆钵一个处理。

3.2.2种子处理

浸种: 实验前将稗草种子进行消毒和打破休眠处理, 将长芒稗、短芒红稗和无芒红稗种子先用10% NaClO消毒0.5 h, 洗净后用98%浓硫酸浸泡5 min, 洗净后将种子放入垫有两层滤纸的培养皿中, 用清水在常温下浸种2 d。水稻种子在稗草浸种1 d后, 开始浸种, 在常温下浸种时间1 d。

催芽: 即将水稻和稗草放在同一培养皿中共同催芽, 在27℃催芽2 d。

播种: 将催芽的稗草、水稻种子播种于沙床, 先在盆钵中放入3/4沙子, 再播入对应的发芽稻、稗草种子各15棵, 然后覆盖一层细沙(砂子均是经过120℃高温处理)。

将播种好的所有盆钵放入培养室, 培养室温度为26℃, 播种后4 d, 添加水稻营养液(表1), 参照国际水稻研究所(IRRI)推荐的标准(1 000倍)。

3.3稻、稗根长、苗长的调查

稗草与水稻放入培养室7 d后, 将稗草和水稻拔出并清洗干净, 分别测量水稻苗、根长度以及稗草的苗长(单位cm)。

3.4试验组根长或苗长的增长率

$$\text{试验组根长或苗长的增长率} = \frac{\text{试验组根长或苗长} - \text{对照组根长或苗长}}{\text{对照组根长或苗长}}$$

作者贡献

程太平、吴跃进和程维民是本研究的实验设计和实验研究的执行人; 程太平、吴跃进、张瑛及程维民完成数据分析, 论文初稿的写作; 朱国平、李克荣、王群和陈尚龙参与实验设计, 试验结果分析; 程太平和吴跃进及张瑛是项目的构思者及负责人, 指导实验设计, 数据分析, 论文写作与修改。全体作者都阅读并同意最终的文本。

致谢

本研究由安徽省科技计划项目(09020303080)、农业部948项目全球水稻分子育种计划项目和安徽省自然科学基金资助项目(11040606M97)资助。

表1 水培营养液配方*

Table 1 Nutrition composition of liquid culture medium

营养元素	浓度(mmol)	使用盐类	用量(g/L)
Nutrient Elements	Concentrations (mmol)	Salts	Amounts (g/L)
N	2.9	NH ₄ NO ₃	116.0
P	0.32	NaH ₂ PO ₄ 2H ₂ O	49.9
K	1.0	K ₂ SO ₄	87.0
Ca	1.0	CaCl ₂	111.0
Mg	1.7	MgSO ₄ 7H ₂ O	418.0 (500 倍)
Mn	9.1×10 ⁻³	MnCl ₂ 4H ₂ O	418.0 (500 times)
Mo	5.2×10 ⁻⁴	(NH ₄) ₆ MoO ₂₄ 4H ₂ O	1 801.8 (mg/L)
B	1.8×10 ⁻²	H ₃ BO ₃	91.8 (mg/L)
Zn	1.5×10 ⁻⁴	ZnSO ₄ 7H ₂ O	1 098.0 (mg/L)
Cu	1.6×10 ⁻⁴	CuSO ₄ 5H ₂ O	44.55 (mg/L)
Fe	3.6×10 ⁻²	FeCl ₃ 6H ₂ O	41.6 (mg/L)
		柠檬酸(水合物)	9 738.0 (mg/L)
		Citric Acid (Hydrate)	

注: *微量元素母液定容到9.5 L后加入500 mL浓硫酸

Note: * Constant volume the mother liquor which contained microelements to 9.5 L, then added 500 mL of concentrated sulfuric

参考文献

- Fang S.G., and Liu Z.Y., 2001, Constraining effect of rice type and density on barnyard grass growth, Hubei Nongxueyuan Xuebao (Journal of Hubei Agricultural College), 21(2): 105-107 (方守国, 刘章勇, 2001, 不同类型和种植密度的水稻对稗草生长的抑制效应, 湖北农学院学报, 21(2): 105-107)
- Hassan S.M., Aidy I.R., Bastawisi A.O., and Draz A.E., 1998, Weed management using allelopathic rice varieties in Egypt, In: Olofsdotter M. (ed), Allelopathy in Rice, International Rice Research Institute, Manila, pp.27-37
- Hu F., Kong C.H., Xu X.H., Zhang C.X., and Chen X.H., 2004, Weed-suppressing effect and its mechanism of allelopathic rice accessions, Zhongguo Nongye Kexue (Scientia Agricultura Sinica), 37(8): 1160-1165 (胡飞, 孔垂华, 徐效华, 张朝贤, 陈雄辉, 2004, 水稻化感材料的抑草作用及其机制, 中国农业科学, 37(8): 1160-1165)
- Liu Z.Y., Sei-ji T., 2000, Studies on the competitive relations of rice and barnyardgrass in fields, Plant Protection, 26(6): 9-11 (刘章勇, 清治有, 2000, 水稻与稗草在大田条件下的竞争关系研究, 植物保护, 26(6): 9-11)
- Sun J.C., Yang Z.M., Yao S.M., Zhou Z.Q., Wang H.M., and Yang H.X., 2004, Advances in rice allelopathy, Jiangsu Nongye Kexue (Journal of Jiangsu Agricultura science), 5: 4-7 (孙金才, 杨泽敏, 姚素梅, 周竹青, 王火明, 杨红喜, 2004, 水稻化感作用的研究现状与展望, 江苏农业

科学, 5: 4-7)

- Wang D.L., 1998, The review of rice allelopathy, Shengtai Xuebao (Acta Ecologica Sinica), 18(3): 326-332 (王大, 1998, 水稻化感作用研究综述, 生态学报, 18(3): 326-332)
- Wang Y.P., and Tang L.H., 2003, Study on rice allelopathy, Jiangsu Nongye Xuebao (Jiangsu Journal of Agriculture Science), 19(3): 182-186 (王艳平, 汤陵华, 2003, 水稻化感作用研究, 19(3): 182-186)
- Xu Z.H., Yu L.Q., Zhao M., 2003, Rice allelopathy to barnyardgrass, Yingyong Shengtai Xuebao (Chinese Journal of Applied Ecology), 14(5): 737-740 (徐正浩, 余柳青, 赵明, 2003, 水稻对稗草的化感作用研究, 应用生态学报, 14(5): 737-740)

5thPublisher是一个致力于科学与文化传播的中文出版平台在5thPublisher上发表论文, 任何人都可以免费在线取阅您的论文

- ※同行评审, 论文接受严格的高质量评审
- ※在线发表, 论文一经接受, 即刻在线发表
- ※开放取阅, 任何人都可免费取阅无限使用
- ※快捷搜索, 涵盖谷歌学术搜索与知名数据库
- ※论文版权, 作者拥有版权读者自动授权使用

在线投稿: <http://5th.sophiapublisher.com>