

水稻化感作用潜力研究初报*

何华勤 林文雄

(福建农林大学 福州 350002)

摘要 6个化感水稻的化感作用潜力试验结果表明,不同品种水稻的化感潜力存在差异,6个供试水稻按其抑制稗草生长抑制率的大小依次为“Woo Co Chin Yu”>“Kouketsumuchi”>“AC1423”>“CN-15”>“Taichung Native 1”>“YH-1”。提高化感物质的浓度,可相应增强对稗草生长的抑制作用。试验证实,水稻对稗草的化感作用具有密度依赖效应,表现为杂草密度加大,水稻化感抑制效果降低,这与资源竞争的结果恰好相反。

关键词 水稻 化感作用 稗草 资源竞争

Preliminary studies on allelopathic potential in rice. HE Hua-Qin, LIN Wen-Xiong (Fujian Agriculture-Forestry University, Fuzhou 350002), *CJEA*, 2001, 9(2): 47~49

Abstract Experiments of allelopathic potential in six lines of rice indicated that the order inhibiting the barnyardgrass growth was “Woo Co Chin Yu”>“Kouketsumuchi”>“AC1423”>“CN-15”>“Taichung Native 1”>“YH-1”. Increasing the extract concentrations might cause higher inhibitory effect on the barnyardgrass. It also indicated that the phytotoxicity was density-dependent, showing that the inhibitory effect decreased with the increases of the weed density. Such a result was contrary to the effect of resource competition.

Key words Rice, Allelopathy, Barnyardgrass, Resource competition

Leibig(1852)等早在19世纪中叶就已注意到植物间存在生物化学关系^[2]。1937年 Molise H.^[3]首先把这种生物化学关系称为植物化感作用(Allelopathy)。自20世纪70年代中期植物间存在的这种化学关系被重新确认后,植物化感作用的研究开始引人注目,并已成为农业生态学和化学生态学研究的热点。目前在化感作用研究中大部分侧重于化感种质资源评价、化感物质的分离与鉴定、化感作用遗传特性等方面的研究。本研究以6个具有化感作用的水稻为供试材料,以稻田主要杂草稗草为受体植物,研究了水稻化感作用潜力,为进一步研究水稻生理生化特性奠定基础。

1 试验材料与方法

选用分别来自菲律宾国际水稻所(IRRI)、韩国和我国各具化感作用的6个水稻品种“AC1423”、“Kouketsumuchi”、“Taichung Native 1”、“Woo Co Chin Yu”、“YH-1”和“CN-15”为供体植物,这些水稻品种已被国内外学者在不同时间不同地点(含田间试验)证实比对照(如“Rexmont”,“Namcheum”,“Ausipb”)对稗草等杂草具有更强的抑制作用,选用来自韩国的无化感作用水稻品种“Namcheum”为对照,选用稗草(*Echinochloa Crus-gauv* L. Beauv)为受体植物,稗草采自大田。供试水稻种子直播于钵钵内,在每钵钵中装入5kg的商业性土壤,待种子出苗后把植物稀疏至相同密度,每钵苗100株,株行距为3cm×3cm。播种培养70d后剪取不同供试水稻品种叶片,保存于-80℃的冰箱中备用;从每个供试水稻品种中取10g叶片,每叶片剪切成2.5cm长段放入研钵,经液态氮低温处理并研磨后分别用100mL蒸馏水浸提48h,浸提液经2重过滤(第1重是用滤纸过滤,第2重是经滤元单位为0.45μm的滤纸过滤),把所获得不含微生物污染的浸提液保存在4℃的冰箱中备用(该浸提液浓度为10g/kg)。取在预萌发中具有较高萌发率的不同稗草品种种子各10粒,置于垫有1层滤纸的培养皿上。每个培养皿中分别加入浓度为100g/kg的10mL浸提液并加盖,在有光照室内25℃环境下培养稗草种子7d后分别测量其萌发率、植株高度和胚根长及其干物质量。同时设置不同浓度浸提液的化感效应试验,分别用100g/kg、75g/kg和50g/kg的母液浓度浸提液进行与上述相同的试验。培养7d后分别测量其萌发率、植株高度和胚根长及其干物质量。试验采用完全随机区组设计,3次重复。

* 福建省自然科学基金项目(C96016)和国家教育部骨干教师基金项目共同资助

收稿日期:2000-09-06 改回日期:2000-12-16

在每盆钵中装入 200g 的商业性土壤,分别插入 1 粒、3 粒、5 粒、7 粒和 9 粒稗草种子,然后在每盆钵中加入 25mL 的(上述各种水稻 75g/kg 的母液浓度)叶片浸提液。培养 10 d 后取稗草地上部和根系,在 105℃ 恒温箱中烘干 1h 后再置于 80℃ 恒温箱中保存 48h,最后测量其干物质量。试验采用完全随机区组设计,重复 3 次。参照 Bruce williamson G. 等方法^[4],采用化感作用效应指数(RI):

$$RI = \frac{T_i - T_0}{T_0} \quad (1)$$

式中, T_i 为测试项目的处理值, T_0 为对照值。 RI 为化感作用效应指数, $RI > 0$ 表示存在促进作用, $RI < 0$ 表示存在抑制作用。

2 结果与分析

供试水稻叶片浸提液对稗草萌发和生长的抑制效果见表 1。由表 1 可知,与对照(C_1 和 C_2)相比,6 个供试水稻材料叶片浸提液对稗草种子萌发率都具有抑制作用,其中“Woo Co Chin Yu”的抑制作用最强,其次为“Kouketsumuchi”,而“YH-1”和“CN-15”的抑制作用最弱;6 个供试水稻的叶片浸提液对受体稗草的植株



图 1 不同化感水稻品种对稗草幼苗生长的影响

Fig. 1 Effects of different rice varieties on barnyardgrass seedling

“Taichung Native 1”和“YH-1”较特殊,对稗草根长有较高抑制作用,但对根干物质量积累的抑制作用较低。不同浓度水稻叶片浸提液处理效果见表 2,与对照 C_1 相比,化感水稻品种“Kouketsumuchi”、“Taichung Native 1”

高度及其干物质量具有抑制作用,其中“Woo Co Chin Yu”的抑制作用最强,“Kouketsumuchi”、“Taichung Native 1”和“YH-1”的抑制作用较弱。对受体杂草根的生长抑制作用比较结果见表 1 和图 1,2 个水稻品种“AC1423”和“Woo Co Chin Yu”比对照(C_1 和 C_2)具有较高抑制效应,达 100%,“Kouketsumuchi”次之;

表 1 化感作用水稻叶片浸提液对稗草生长的影响 *

Tab. 1 Effects of aqueous extracts of allelopathic rice leaves on the growth of barnyardgrass

水稻品种	萌发率/%	IR/%		茎长/cm	IR/%		茎干物质质量/mg	IR/%		根长/cm	IR/%		根干物质质量/mg	IR/%	
Rice varieties	Germination rate	C ₁	C ₂	Stem length	C ₁	C ₂	Stem dry mass	C ₁	C ₂	Root length	C ₁	C ₂	Root dry mass	C ₁	C ₂
"AC1423"	53.0	-46.0	-46.6	1.5	-42.3	-37.5	4.7	-56.9	-62.4	0.0	-100.0	-100.0	0.0	-100.0	-100.0
"Kouketsumochi"	51.0	-48.0	-48.6	1.3	-50.0	-45.8	4.2	-61.5	-66.4	0.5	-89.8	-90.0	0.7	-73.1	-73.1
"Taichung Native 1"	75.0	-23.5	-24.4	2.2	-15.4	-8.3	9.4	-13.8	-24.0	1.8	-63.3	-64.0	1.6	-38.5	-38.5
"Woo Co Chin Yu"	45.0	-54.1	-54.6	0.6	-76.9	-75.0	2.7	-75.2	-78.4	0.0	-100.0	-100.0	0.0	-100.0	-100.0
"YH-1"	78.0	-20.5	-21.4	2.2	-15.4	-8.3	8.1	-25.7	-35.2	2.3	-53.1	-54.0	2.2	-15.4	-15.4
"CN-15"	78.2	-20.3	-21.2	2.0	-23.1	-16.1	4.5	-58.7	-64.0	1.6	-67.3	-68.8	0.9	-65.4	-65.4
"Nanchem(C ₁)"	98.1	0.0	—	2.6	0.0	—	10.9	0.0	—	4.9	0.0	—	2.6	0.0	—
DW(C ₂)	99.2	—	0.0	2.4	—	0.0	12.5	—	0.0	5.0	—	0.0	2.6	—	0.0

* 表中数据为 3 次重复的平均值,下同;IR 是与对照组相比的抑制效应, C_1 和 C_2 分别为对照组水稻 Nanchem 浸提液和蒸馏水;+ 和 - 表示与对照组之比的促进和抑制百分率。

表 2 化感作用不同浓度水稻叶片浸提液对稗草幼苗生长的抑制效应 *

Tab. 2 Effects of different aqueous extract concentrations from rice leaves on the growth of barnyardgrass

水稻品种	浸提液浓度/g·kg ⁻¹	茎长/cm	IR/%		茎干物质质量/mg	IR/%		根长/cm	IR/%		根干物质质量/mg	IR/%	
Rice varieties	Extract concentrations	Stem length	C ₁	C ₂	Stem dry mass	C ₁	C ₂	Root length	C ₁	C ₂	Root dry mass	C ₁	C ₂
“Kouketsumuchi”	100	1.32	-46.55	-47.83	0.012	-7.69	-20.00	0.00	-100.00	-100.00	0.000	-100.00	-100.00
	75	2.07	-16.19	-18.18	0.013	0.00	-13.33	0.67	-89.33	-89.56	0.001	-75.00	-80.00
	50	2.44	-2.01	-3.56	0.013	0.00	-13.33	1.44	-77.18	-77.57	0.003	-40.00	-40.00
平均 Mean	—	1.94	-21.58	-23.19	0.013	-2.56	-15.66	0.70	-88.84	-89.04	0.001	-71.67	-73.33
“Taichung Native 1”	100	2.12	-14.17	-16.21	0.012	-7.69	-20.00	0.54	-91.14	-91.59	0.002	-50.00	-60.00
	75	2.17	-12.15	-14.23	0.013	0.00	-13.33	1.59	-74.68	-75.23	0.003	-25.00	-40.00
	50	2.48	-0.40	-1.98	0.014	+7.69	-6.67	3.91	-38.03	-39.10	0.005	0.00	0.00
平均 Mean	—	2.26	-8.91	-10.81	0.013	0.00	-13.44	2.01	-67.94	-68.64	0.003	-25.00	-33.33
“YH-1”	100	2.50	+0.40	-1.42	0.012	-7.69	-20.00	4.00	-34.43	-36.69	0.002	-50.00	-60.00
	75	2.54	+2.83	+0.40	0.014	+7.69	-6.67	6.13	-2.07	-4.21	0.005	+25.00	0.00
	50	2.54	+2.01	+0.40	0.015	+15.38	0.00	6.08	-3.18	-5.30	0.005	0.00	0.00
平均 Mean	—	2.53	+1.75	-0.11	0.014	+5.13	-8.89	5.41	-13.23	-15.40	0.004	-8.33	-20.00
“Nanchem”	100	2.47	—	—	0.013	—	—	6.10	—	—	0.004	—	—
	75	2.47	—	—	0.013	—	—	6.28	—	—	0.004	—	—
	50	2.49	—	—	0.013	—	—	6.31	—	—	0.005	—	—
平均 Mean	—	2.48	0.00	—	0.013	0.00	—	6.27	0.00	—	0.004	0.00	—
DW(C ₂)	0	2.53	—	0.00	0.015	—	0.00	6.42	—	0.00	0.005	—	0.00

* IR 是与对照组相比的抑制效应, C_1 和 C_2 分别为对照组水稻 Nanchem 浸提液和蒸馏水;+ 和 - 表示与对照组之比的促进和抑制百分率。

及“YH-1”叶片浸提液对稗草植株高度及其干物质质量在浓度较高时表现为抑制作用,而后随浓度降低表现为无化感作用或促进作用;对胚根长及其干物质质量也具有抑制作用,且当浸提液浓度降低时抑制作用随之降低。尤其对受体稗草而言,其胚根对化感水稻叶片浸提液的浓度变化响应比地上部敏感。供试水稻品种浸提液对不同种植密度稗草的化感效应见图2,当处理为化感作用水稻“Kouketsumuchi”叶片浸提液时,随着受体杂草种植密度的增加,稗草单株干物质质量也随之增加。当处理为不具化感作用水稻“Namcheum(C₁)”的叶片浸提液时,却表现与上述相反的趋势。

3 小结与讨论

水稻叶片浸提液化感潜力试验结果表明,不同品种水稻的化感潜力存在差异,6个供试水稻按其抑制率的大小依次为“Woo Co Chin Yu”>“Kouketsumuchi”>“AC1423”>“CN-15”>“Taichung Native 1”>“YH-1”。提高化感物质的浓度,可相应增强对稗草生长的抑制作用;不同水稻类型、同一水稻类型不同品种间其化感作用表现差异。Fuji^[5]在研究水稻化感作用后指出,水稻品种间化感作用的差异性与其遗传背景及基因型差异有关。现在的高产、丰产性品种经长期驯化,产生化感化合物的能力明显下降。从野生种、地方品种、边缘种中筛选出具有较强化感作用的种质资源,然后与现代高产品种杂交,以期得到高产而又抗杂草的水稻品种。日本农林水产省在“下一代稻作计划”中就列有选育有效的抗杂草品种的项目^[1]。

从75g/kg浓度的供试水稻叶片浸提液对不同种植密度的稗草抑制效应试验可发现,随着受体杂草种植密度的增加,稗草单株干物质质量也随之增加。因而认为植物的毒性作用具有密度依赖效应,即毒性作用表现出对靶标杂草的抑制效果与靶标杂草密度呈负相关。Nilsson^[6]也有类似的结论,即杂草密度大,化感物质对杂草单株抑制效果小。这是因为在植物化感作用下,当靶标杂草的种植密度较低时每棵杂草所吸收的化感物质质量则多,因而对其毒害作用大;当靶标杂草的种植密度增大时,化感物质的总量在所有杂草中得到平均分配,这样每棵杂草所吸收的化感物质质量则少,对其毒害作用小。这种结果与资源竞争的现象相反,资源竞争的最终结果是随杂草密度增大,种内或种间的竞争加剧,杂草单株干物质质量随之减少,从而进一步证实了水稻化感作用的存在。

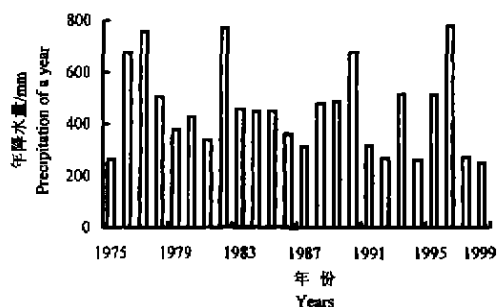


图2 化感水稻浸提液对不同密度稗草的影响

Fig 2. Effect of allelopathic rice extracts on the target barnyardgrass under different densities.

参 考 文 献

- 1 陈欣等. 植物他感作用及其生态意义. 农业现代化研究, 1988, 1(1), 20~22
- 2 冯文熙. 杂草的异株克生现象. 杂草学报, 1990, 4(4), 46~48
- 3 孙文浩等. 相生相克效应及其应用. 植物生理学通讯, 1992, 28(2), 81~87
- 4 张巧庭. 稻田稗草的消长规律和防治技术. 江苏杂草科学, 1988 (3), 9~11
- 5 Hsu F. H., Chu C. Y. Action model of allelopathic compounds on seed germination. Phytochemical ecology: Allelochemicals, mycotoxins and insect pheromones and allomones. Aca. Sinica Monograph Series, 1989, 9, 315~327
- 6 Nilsson M. C. Separation of allelopathy and resource competition by the boreal dwarf shrub, *Empetrum hermaphroditum*. Hagerup Oecologia, 1994, 98: 1~7
- 7 Wen Xiong Lin. Allelopathic potential in rice (*Oryza sativa* L.) and its possible modes of action on barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*). Allelopathy Journal, 1999, 7(2), 36~38