

水稻化感物质作用特性的研究*

林群慧

何华勤 林文雄

(福州市环境保护局 福州 350002) (福建农业大学 福州 350002)

摘要 在对水稻化感作用生理生化特性研究的基础上,进行了水稻叶片浸提液的GC-MS分析和相关酶的活性测定。结果表明,水稻叶片中苯丙氨酸裂解酶(PAL)和肉桂酸-4-羟化酶(CA4H)活性的大小与酚的含量密切相关;同时水稻化感作用强度与其肉桂酸含量呈正相关关系,而与其水杨酸含量呈负相关关系,因此水稻化感作用是由许多化感物质共同作用的结果。

关键词 水稻 化感物质 酶的活性 酚

Study on the action characteristics of allelochemicals in rice. LIN Qun-Hui(Bureau of Fuzhou Environmental Protection, Fuzhou 350002), HE Hua-Qin, LIN Wen-Xiong(Fujian Agricultural University, Fuzhou 350002), *CJEA*, 2001, 9(1): 84~85

Abstract Based on our previous studies on the physiobiochemical characteristics of allelopathic rice, GC-MS and biochemical analysis were introduced to determine allelochemicals and its related enzyme activities. It indicated that the activities of phenylalanine aminotransferase (PAL) and trans-cinnamic acid-4-hydroxylase (CA4H) in allelopathic rice were positively correlated with the content of phenolics. The rice allelopathic effect was positively correlated with its content of cinnamic acid, but negatively correlated with its content of salicylic acid. Therefore it was considered that rice allelopathic effects were caused by the joint action of phenolics.

Key words Rice, Allelochemicals, Activity of enzyme, Phenolics

在对水稻化感作用潜力和生理生化特性研究的基础上,运用GC-MS方法检测水稻化感作用物质,同时测定相关酶的活性,为开发利用水稻化感作用潜力提供理论依据。

1 试验材料与方法

分别选用来自菲律宾国际水稻所(IRRI)、韩国和中国各具化感作用的6个水稻品种,即“AC1423”, “Kouketsumuchi”, “Taichung Native 1”, “Woo Co chin Yu”, “YH-1”和“CN-15”为供体植物,以来自韩国的水稻品种“Nancheum”为对照。选用稗草(*Echinochloa crus-galli* L. Beauv)为受体植物,稗草采自大田。经预备试验后,获得各种水稻材料不含微生物污染的浸提液,保存在4℃冰箱中备用,该浸提液浓度为10%。化感作用水稻叶片的PAL和CA4H活性测定,应用欧阳光察^[1]和王敬之等^[2]介绍的方法,测定酚类代谢途径中关键酶的活性,包括苯丙氨酸裂解酶(PAL)和肉桂酸-4-羟化酶(CA4H),测试重复3次。水稻化感物质的GC-MS分析,在IRIO 2000色谱质谱仪上进行,GC条件除载气为He,流量为1ml/min,柱温50~200℃,程序升温8℃/min,并在200℃时保持20min,进样口温度为230℃,检测口温度为260℃,进样量为1μL;MS条件电子轰击源,扫描范围M/230~600Amu,扫描速度为0.2s扫全程,离子源温度150℃,通过计算机检索系统,进行未知物的鉴定。

2 结果与分析

2.1 化感水稻叶片中酶的活性及酚的含量

植物体内的酚类物质种类甚多,主要是由碳水化合物代谢衍生出来的次生物质,大多数酚类物质的生物合成是来自一个共同的前体物质莽草酸,酚类代谢途径中的关键酶有苯丙氨酸解氨酶(PAL)和肉桂酸-4-羟化酶(CA4H),其中苯丙氨酸解氨酶催化L-苯丙氨酸直接脱氧产生反式肉桂酸,是酚类代谢途径的关键酶和限速酶。测试供试化感水稻叶片中苯丙氨酸解氨酶(PAL)和肉桂酸-4-羟化酶(CA4H)的活性及酚的含量(见表1)。由表1可知,经淋溶后“WooCoChinYu”中酚的含量>“Kouketsumuchi”中酚的含量>“Taichung

* 国家自然科学基金项目(3007068),福建省自然科学基金项目(C96016)和教育部骨干教师基金项目共同资助

收稿日期:2000-10-08 改回日期:2000-11-27

表1 水稻品种叶片中PAL与CA4H酶的活性及酚的含量

Tab. 1 Activity of Phenylalanine aminotransferase (PAL), trans-cinnamic acid-4-hydroxylase (CA4H) and the content of phenolics in rice leaf

水稻品种 Rice varieties	酶的活性 Activity of enzyme		植株中的酚含量 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ Content of phenolics in extracts
	苯丙氨酸解氨酶/ $\mu\text{mol}\cdot\text{mg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ Phenylalanine aminotransferase	肉桂酸-4-羟化酶/ $\mu\text{mol}\cdot\text{mg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ Trans-cinnamic acid-4-hydroxylase	
"Kouketsumochi"	290.0	392.0	1.80
"Taichung Native 1"	269.9	253.3	0.80
"Woo Co Chin Yu"	356.5	305.5	2.01
"YH-1"	231.4	175.3	0.69
"Namcheun"	200.4	162.7	0.93

* 鲜物质含量。

低相一致,即苯丙氨酸解氨酶在"Woo Co Chin Yu"中的活性>在"Kouketsumochi"中的活性>在"Taichung Native 1"中的活性>在"YH-1"中的活性。各供试材料的肉桂酸-4-羟化酶(CA4H)活性与苯丙氨酸解氨酶表现趋势相似。

2.2 化感物质 GC-MS 分析

为了确定供试水稻化感物质中所含酚类化合物种类及含量,对供试水稻材料的浸提液进行 GC-MS 分析(见表2)。由表2可知,在供试水稻品种化感作用中每1个化感水稻的叶片浸提液均含有肉桂酸,且各供试水稻叶片浸提液中肉桂酸含量高低与该水稻化感作用潜力大小趋势相一致。另外各水稻叶片浸提液中都含有水杨酸,但其含量高低与该水稻化感作用潜力大小的趋势相反,可见肉桂酸和水杨酸在化感作用中起着重要作用。已有的研究认为肉桂酸及其衍生物能显著抑制 ATP 酶活性和蛋白质合成,降低受体植物对光能的吸收与传递的能力,从而影响其生长发育,水杨酸的含量高低与该水稻化感作用潜力大小趋势相反,这可

表2 各水稻浸提液中酚类化合物的组分含量

Tab. 2 Content of phenolics in the aqueous extracts of allelopathic rice

水稻品种 Rice varieties	水杨酸/% Salicylic acid	肉桂酸/% Cinnamic acid	软脂酸/% Palmitic acid	对羟基苯酸/% Hydroxybenzoic	香草酸/% Vanillic acid	羟基肉桂酸/% Umbelliferic	丁香酸/% Syringic	香豆酸/% Coumaric	没食子酸/% Gallic	阿魏酸/% Ferulic	咖啡酸/% Caffeic
"Kouketsumochi"	0.1064	0.0417	0.6397	0.0238	0.0249	0.0124	—	—	—	—	—
"Taichung Native 1"	0.1561	0.0409	0.3421	0.0250	0.0288	0.0118	0.0117	0.0027	0.0023	—	0.0497
"Woo Co Chin Yu"	0.1565	0.0116	0.0148	—	0.0220	0.0253	0.0260	0.0724	—	0.1401	0.0160
"YH-1"	0.2109	0.0022	—	0.1797	0.0922	0.0169	0.0555	0.0062	—	0.0032	0.0090
"CK1"	0.2332	—	0.2019	0.0146	0.0185	0.0275	—	0.0476	—	0.1064	—

能与水杨酸抑制受体植物的乙烯合成有关^[4]。酚类化合物的相对含量对比试验结果表明,所检测到的其他酚类化合物与水稻化感作用潜力大小无直接关系,这可能是由以下两方面原因所致,一是由于这些酚类化合物进入环境后部分或全部被土壤中的真菌所分解,从而产生较弱甚至不产生化感作用,且酚类化合物在土壤中被真菌分解的快慢程度也不同。Henderson 对阿魏酸、香草酸、丁香酸、对羟基苯甲酸4种酚类化合物在土壤中的分解速度进行比较,发现对羟基苯甲酸分解速度最快,阿魏酸和香草酸次之,丁香酸最慢,这主要依赖于酚类化合物类型及环境因子^[3]。另一方面是由于某些酚类化合物间存在互作关系,即与其间存在增效作用和拮抗作用有关。

3 小结

本试验研究结果可以推测苯丙氨酸解氨酶活性与酚的含量及其抑制效果的大小有关,这为克隆化感作用的相关基因提供重要的理论依据。试验结果表明,多种酚类化合物同时存在时其产生的抑制作用可能是增效或拮抗。羟基香豆酸和阿魏酸混合使用时会刺激受体植物中吲哚乙酸氧化酶(IAAase)的活性,从而降低吲哚乙酸(IAA)的水平,影响受体植物的生长^[4]。咖啡酸、没食子酸会抑制水平苯丙氨酸解氨酶(PAL)的活性,从而限制酚类物质的代谢,降低水稻化感作用的潜力。水稻的化感作用潜力依赖于水稻所产生的某些酚类化合物的含量高低、酚类进入环境后的分解作用以及酚类化合物间的相互作用,这是一个复杂的化学生态过程,深入揭示其作用机制有赖于各学科的协作攻关。

参 考 文 献

- 王敬文,薛应龙.植物苯丙氨酸解氨酶的研究.植物生理学报,1981,7(4):373~378
- 中国科学院上海植物生理研究所.现代植物生理学实验指导.北京,科学出版社,1999
- Elroyl. Rice allelopathy, Academic press, 1984. 320~361
- Inderjit, Dakshini K. M., Frank A. Einhellig. Allelopathy, Organisms, Processes and Applications ACS Symposium Series. American Chemical Society, Washington, DC, 1995. 117~130