

亚毫米波激光辐照对水稻无性系 后代的致变效应*

何卓培 徐淑平 徐俊

(中国科学院上海植物生理研究所, 上海, 200032)

熊守仁 苏锦文

(中国科学院上海技术物理研究所, 上海, 200083)

摘要: 用连续波光泵远红外激光器调制的 $118.8\ \mu\text{m}$ 波长激光照射水稻胚, 把它离体培养诱导愈伤组织并再失植株. 经 5 个世代考察, 发现 $10^{12}\ \text{Hz}$ 亚毫米波对水稻产生了有益的效应.

关键词: 亚毫米波激光, 水稻, 体细胞无性系变异, 辐照效应.

引言

文献 [1] 报道 $10^{12}\ \text{Hz}$ 亚毫米波相干辐射对水稻愈伤组织保持器官发生潜力产生了有益的效应. 本文则考察了辐照过的水稻胚的无性系 5 个有性世代 (第 2~6 代) 的致变效应.

1 试验材料与方法

试验材料: 粳稻品种寒丰 (*Oryza sativa* L. japonica cv. Hanfeng) 去壳籽实的胚. 光泵远红外激光器工作参数和离体培养方法见文献 [1].

试管苗移栽入土培养, 在 $28\ ^\circ\text{C}$ 人工气候室, 用氙灯 ($540\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) 每天照射 12 h. 第 1 代种子在人工气候室采收, 从第 2 代起种子在大田种植和试验. 着重在植株抽穗期、黄熟期以及病害严重发生的时期, 逐个世代考察单株和株系的性状. 收获后考种、统计、分析性状变异的频率、程度以及在各世代间的遗传情况.

株系考察是每株系播种 200 粒谷, 单本栽插, 取样 10~20 株考种. 株系比较和小区

本文 1992 年 8 月 8 日收到, 修改稿 1993 年 6 月 2 日收到.

* 国家自然科学基金和中国科学院上海分院择优经费资助项目.

测产的试验, 用随机区组排列, 重复 3 次. 小区面积为 20m^2 , 四周设保护行, 区间与区组间走道均为 0.3m . 株行距 16.5cm , 每小区插 720 穴, 每穴平均 4~5 苗. 每株系取样 15~20 株考种.

2 试验结果与讨论

第 1 代在中科院上海植物生理研究所人工气候室考察. 不经照射的寒丰胚的无性系 (HF) 组, 胚 100 个的愈伤组织 100 块, 转移培养 3 次后, 有 4 块愈伤组织再生苗. 入土培养 7 株, 收获总粒数 42 粒, 实粒 17 粒.

经照射的寒丰胚的无性系 (118) 组, 胚 100 个的愈伤组织 100 块, 有 6 块愈伤组织再生苗. 入土培养 3 株, 收获实粒 103 粒.

第 2 代于 1987 年在海南陵水县冬繁考察. 第 3 代于 1988 年在安徽铜陵县农科所考察.

起始品种寒丰, 田间感染稻曲病最严重^[2], 10 株稻丛有菌球 77~130 个.

HF 组的秆高、每穗总粒数、千粒重和结实率继续出现变异. 田间感染稻曲病轻.

118 组除了继续出现第 2 代的秆高、结实率、每穗总粒数和千粒重的变异和育性进一步分离以外, 还出现全生育期、穗长和田间对稻曲病抗性的变异和分离.

第 4 代, 1989 年在铜陵县和河南省固始县桥沟农技站考察.

HF 组的秆高、穗长、平均每穗总粒数、结实率和千粒重 5 项的变异系数与寒丰相应比较, 株系 HF-2 已整齐稳定. 118 组中有半数已整齐稳定. 成熟期明显比寒丰早的有 118-7-2- 中株系 (见下文).

第 5 代于 1990 年在上述两地和第 6 代于 1991 年在固始, 对已稳定的部份株系进行比较和小区测产. 参试材料的经济性状和小区测产的代表性结果见表 1.

表 1 参试材料经济性状和产量的比较 (铜陵县, 第 5 代, 1990)
Table 1 Comparison of characters of the 5th generation of rice lines in field trial (Tongling County, 1990)

系	全生育期 (天)	单株茎蘖 数(个)	株高 (cm)	穗长 (cm)	有效穗数 (千穗/亩)	每穗总粒 数(个)	结实率 (%)	千粒重 (g)	精米率 (%)	外观 品质	折合产量 (kg/亩)
寒丰	150	2.76	75.6	14.5	262	80.3	70.4	24.8	75.1	中上	421.7*A
HF-2	151	3.47	80.4	14.5	292	74.4	62.4	23.7	75.2	中	345.0*B
118-8-2	150	4.09	80.5	15.7	248	92.4	65.2	24.7	76.2	优	414.0*A
118-11	151	4.30	74.3	14.6	294	95.8	59.6	21.9	76.2	中	411.0*A

* 按 Duncan 新的多范围检验法 ($P=0.01$), 注有 A 字母的平均值都无显著的差异

从第 2~6 代世代考察, 各性状变异的主要表现有:

2.1 变异的广泛性

HF 和 118 两组的株高、穗长、每穗粒数、单株粒数、不实率和千粒重, 以及 118 组的单株茎蘖数、生育期、糙米的蛋白质含量、光稈和对纹枯病抗性等, 11 项性状均出现变异. 多数株系结实率偏低, 千粒重下降.

2.2 变异的连续性和稳定速度

HF 和 118 组在第 3 和第 4 代其性状仍在分离。118 组第 4 代有半数株系，其株系内性状仍有分离，分离出早熟的株系 118-7-2-中或穗较长的株系 118-2-89、118-7-2-早和 118-7-2-中。第 5 代起株系内性状变异趋向整齐稳定(见表 2 和表 3)。

表 2 照射组产生的早熟和长穗的变异系(固始县)
Table 2 Occurrence of the variants with earlier maturity and longer panicles from 118-group rice (Gushi County)

系	世代	全生育期(天)	株高		穗长		每穗总粒数(个)	结实率(%)
			平均值(cm)	变异系数(%)	平均值(cm)	变异系数(%)		
寒丰	4	128	59.5a	15.8	15.2c	10.0	106.4	67.8
118-2	4	133	64.2	7.11	13.7	10.4	94.6	50.2
118-2-89	4	133	83.0		22.0		108.5	33.0
118-7-2	4	133	62.1	7.84	14.8	8.0	91.9	66.8
118-7-2-早	4	106	61.0		19.5		189.0	86.2
118-7-2-中	4	117	54.0		18.5		230.0	65.2
寒丰	5	142	77.1b	3.17	15.9d	6.48	83.6	91.5
118-2	5	142	84.1	2.23	16.4	4.40	79.6	87.8
118-2-89	5	118	106.4	2.65	22.2	5.30	167.5	95.9
118-7-2	5	142	82.5	2.60	17.3	4.18	92.8	85.3
118-7-2-早	5	115	102.4	2.27	23.9	2.70	151.8	95.1
118-7-2-中	5	116	102.5	2.08	24.1	4.57	152.3	92.2

95% 置信区间: $a = \pm 7.96$, $b = \pm 1.88$, $c = \pm 1.29$, $d = \pm 0.80$

表 3 参试材料株系内变异系数的比较(固始县, 第 6 代)
Table 3 Comparison of intralinear variation coefficient among the 6th generation rice lines (Gushi County)

系	株高		穗长		每穗总粒数		结实率	
	平均值(cm)	变异系数(%)	平均值(cm)	变异系数(%)	平均值(个)	变异系数(%)	平均值(%)	变异系数(%)
寒丰	80.9	5.38	15.5	7.19	97.0	6.07	81.9	1.59
HF-2	85.0	6.14	15.2	6.71	88.8	4.23	78.0	4.81
118-7-2-中	87.9	5.13	20.3	4.21	114.3	1.45	75.0	2.27
118-8-2	89.6	4.95	15.7	6.88	82.5	2.41	82.1	1.15
118-11	81.0	5.48	14.4	6.36	94.3	1.78	75.5	1.21
118-18-1	90.1	5.97	15.7	5.73	97.4	3.36	73.8	1.23
118-18-2	82.9	5.34	16.4	6.50	108.4	10.0	84.7	2.36

2.3 不育表现型

经选择, 其后代可趋向育性正常, 例如 118 组第 2 代 18 株平均不实率为 61.4%, 第 3 代减至 32.5%, 可能此种不育现象与组织培养过程中受生理性损伤有关。118-2-89 变异单株是半不育的(不实率为 67%), 这单株的下一代, 其育性即变回正常范围(不实率为 4.1%)(见表 2)。

2.4 出现光稃和光叶

起始品种寒丰是毛颖的, 其双亲是(垦桂 × 科情 3 号) × 黎明^[3], 其中垦桂是农垦 58 × 桂花黄的后裔. 我们未查到从它们中检出光稃性状报道. HF 出现光稃变异表现型, 经过 3 个有性世代, 至第 4 代该表现型消失. 而 118 组出现的光稃变异表现型, 其中变异系 118-18-1 和 118-18-2 的光稃性状, 到第 6 代仍然保持, 说明其光稃性状遗传的连续性. 王象坤等^[4]报道过光稃与普通籼、粳稻不同的性状, 至于从毛颖的起始型经过受 118.8 μm 波辐照的无性系, 而出现具有隐性性状光稃和光叶的变异系这一结果尚未见报道(与程侃声私人通信), 从我们初步试验推测这一结果与 DNA 甲基化有关. 光稃和光叶可导致收获脱粒时产生粉尘少.

2.5 频率不高的成熟期倾早遗传

118 组第 4 代有一个株系 118-7-2, 其中有一株(占两试验点种植该株系株数的 0.42%) 第一分蘖穗种下的植株行(记作 118-7-2-中), 比寒丰早熟 26 天(见表 2). 选变异系 118-7-2-中进入第 6 代作小区测产, 比寒丰早熟 28 天. 说明 118 组的成熟期变异, 频率虽不高, 但却是真实的倾早遗传.

2.6 糙米的蛋白质含量变异

用微量凯氏法分析了糙米的蛋白质含量. 变异系 118-7-2-中的蛋白质含量极显著地高于寒丰的(见表 4). 说明它的蛋白质含量与其成熟期和粒重均呈负相关^[5].

表 4 糙米蛋白质含量的比较(第 5 代和第 6 代)
Table 4 Comparison of protein content of the cargo rice from the 5th and 6th generation of rice

系	寒丰	HF-2	118-7-2-中	118-11	118-18-1	118-8-2	118-18-2
蛋白质(%干重)	7.55*A	8.38*A	12.75*B	8.22*A	8.08*A	7.41*A	7.10*A
标准误差 ±SE	0.182	0.551	0.926	0.160	0.303	0.345	0.155

* 按 Duncan 新的多范围检验法 ($P=0.01$), 注有 A 字母的平均值都无显著的差异

3 结语

用亚毫米激光同一频率辐照水稻不同的基因型, 其效应的差异有多大是值得探讨的. 我们用中熟粳稻吉粳 62 和花培 528 两个品种, 它们较寒丰早熟, 做同样的实验, 第 2 代也出现多数分蘖变多, 育性变差以及偶有光稃的变异表现型. 从本文结果可以推断: 118.8 μm 波对水稻能够产生有益的致变效应.

致谢: 大田试验中得到安徽省铜陵县农业科学研究所吴晓煜, 铜陵市科委孙学康和河南省固始县桥沟农技站朱仲熹的协作在此一并致谢.

参考文献

- 1 He Zhuopei et al. Proc. China-Japan Symposium on Plant Biotechnology, Shanghai, 1988, p.49~51
- 2 张淑平, 潘勋. 中国农学通报, 1988;(6):16
- 3 范洪良等. 作物学报, 1985;11(1):8,69~70

4 王象坤等. 遗传学报, 1987;14(4):262~270

5 闵绍楷, 熊振民. 水稻遗传和品种改良, 杭州: 浙江科技出版社, 1983, p.210

EFFECTS OF SUBMILLIMETER LASER IRRADIATION ON SOMACLONAL VARIATION OF RICE*

HE ZHUOPEI, XU SHUPING, XU JUN

(Shanghai Institute of Plant Physiology, Chinese Academy of Sciences,
Shanghai 200032, China)

XIONG SHOUREN, SU JINWEN

(Shanghai Institute of Technical Physics, Chinese Academy of Sciences,
Shanghai 200083, China)

Abstract: The embryos of *Oryza sativa* L. japonica were irradiated by 118.8 μm wavelength from an optically pumped far infrared laser, then cultured in vitro to induce calli and regenerants. In comparison with nonirradiated group (HF), the significant variations in 118.8 μm irradiated group (118) were observed from the 2nd to the 6th generations. The results show that the 118.8 μm wave has a beneficial effect on the induction of rice mutation.

Key words: submillimeter laser, rice, somaclonal variation, irradiation effect.

*The project supported by the National Natural Science Foundation of China and the priority program of the Shanghai Branch of the Chinese Academy of Sciences. The results of this article were partially published in the abstracts of 7th International Congress on Plant Tissue and Cell Culture, 1990, Amsterdam, PA 4-47.