

几种化学药剂诱导水稻雄性不育的 效果及其一些生理生化效应*

植物生理遗传学教研室 同位素实验室**

摘 要

化学药剂诱导农作物雄性不育,在杂交育种、杂种优势利用和进一步提高农作物产量方面具有重要意义。本试验于1972年晚季、1973年和1974年早季进行,采用品种有“珍珠矮”、“科六”(早造品种)和“广二安”(晚造品种)。试验结果表明:化学药剂氟乙酰胺(0.1—1.0%)和稻脚青(1.0—3.0%)对水稻幼穗发育三个时期(即雌雄蕊形成期、花粉母细胞减数分裂期、花粉内容充实期)有不同程度的影响,但以花粉母细胞减数分裂期反应较强,花粉对碘—碘化钾的颜色反应为黄色,幼穗碳水化合物和磷化合物代谢降低,这两种化合物积存在茎秆较多,因此,处理植株的不育率较高。施用1%(对广二安)和2%(对科六)的稻脚青溶液,以及1%(对以上两个品种)的氟乙酰胺,不育率达80—96.6%。喷射1%氟乙酰胺的水稻植株颖花退化严重,穗短、粒少和粒细。处理植株抽穗期延迟2—12天和叶片含氮量普遍提高。试验中用 α -NAA(50—200 ppm)和2,4-D(0.1—2.5%)处理的植株未能引起雄性不育。

植物生长调节物质以及其它化学药剂诱导高等植物雄性不育的研究,是在近20多年来一个新兴的科学研究课题,且已取得了一定成效,但利用这些化学物质诱导水稻雄性不育的研究尚少^[2]。我国从无产阶级文化大革命以来,广大贫下中农和许多研究单位在这方面已开展了轰轰烈烈的科学试验的群众运动。研究化学药剂诱导水稻雄性不育,对于开展杂交育种以及利用水稻杂种优势提高水稻产量,具有重要的实践意义和理论意义。我们于1972年至1974年连续三年进行了这方面的试验,试图探明几种化学药剂影响水稻杀雄效果的最适浓度、喷药时期、受药后水稻雄花不育的状况,以及各个器官(特别是幼穗)的碳、氮代谢和含磷化合物代谢的变化。

* 1974.8.25接稿

** 农民教师刘钰茂、林应松参加了本项工作,王永锐执笔。

试验方法

1972年

供试品种“科六”及“广二安”。“科六”于5月30日播种，7月24日移植，“广二安”于7月10日播种，8月5日移植。株行距6×5寸，每穴6—8株。使用化学药剂有稻脚青($\text{CH}_3\text{AsO}_3\text{Zn}\cdot\text{H}_2\text{O}$ ，浓度为1.0、2.0、3.0%)、氟乙酰胺($\text{FCH}_2\text{CONH}_2$ 浓度为0.1、0.5、1.0%)、萘乙酸(浓度为50、100、200ppm)及2,4-D(浓度为0.1、0.5、1.0、2.5%)。以一种浓度试计为一个试验小区，每小区为100穴，重复两次。根据丁颖等^[1]的方法，在小区内选择幼穗发育三个不同时期(I.雌雄蕊形成期；II.花粉母细胞减数分裂期；III.花粉内容充实期)、而又是正常生长的植株，用红漆标上记号，于同一天喷药，喷药液量每亩150斤。抽穗至扬花前套袋，并多次取花粉镜检，每次每小区取3—5穗，每穗取5朵小花。收割时调查植株穗长、粒数和不实率等。

1973年

供试品种“珍珠矮”和“科六”。于2月20日播种，3月24日移植。移植后试验小区的田间管理与大田生产的水稻一致。“珍珠矮”于5月14日(经检查幼穗发育为花粉母细胞减数分裂期)喷雾1%的稻脚青和0.5%氟乙酰胺；“科六”于5月26日(幼穗发育期同样是处在花粉母细胞减数分裂期)喷雾2%的稻脚青和0.5%的氟乙酰胺。两个品种各设对照区，重复两次。珍珠矮于16/V、23/V和29/V，即喷后第2、9、15天取样，“科六”于29/V、5/VI、11/VI，即喷药后第3、10、16天取样。用凯氏法测定叶片含氮量；用蒽酮法比色测定叶鞘、茎和幼穗的可溶性糖和淀粉含量^[14]。

1974年

供试品种“珍珠矮”。2月21日播种，4月12日移植盆栽。5月27日喷雾1%稻脚青。5月28日及5月30日，即喷药后第1天和第3天，喂给 P^{32} ，经吸收一夜之后，分别测定幼穗发育三个时期(即雌雄蕊形成期、花粉母细胞减数分裂期、花粉内容充实期)的植株幼穗、叶、茎等器官含 P^{32} 的脉冲数；并按Nielsen^[11]方法测定幼穗中酸性有机磷、无机磷及残渣(残渣包含有脂肪、蛋白质和核酸)中的 P^{32} 含量，用国产FH-408型自动定标器计算 P^{32} 的脉冲数。同时，用放射自显影方法分析花粉母细胞减数分裂期经1%稻脚青处理和未经处理的幼穗含 P^{32} 的状况。

试验结果

(一) 几种化学药剂诱导“科六”及“广二安”的情况

1. 稻脚青对“科六”及“广二安”雄性不育的影响

三个浓度的稻脚青对水稻“科六”及“广二安”幼穗发育过程中的三个时期都有不同程度的影响(表1)，喷药后谷粒不实率比对照高。表1表明，对于“科六”

表 1 “稻脚青”对水稻雄性不育的影响

水稻品种	农药浓度(%)	喷药时期	花粉对碘—碘化钾溶液的顏色反应	抽穗日期	穗长(cm)	每穗粒数	不实率(%)
科六	1.0	I	-+ (1:1)	12/X	24.6	126.0	61.3
		II	-	4/X	24.1	148.0	83.1
		III	-	27/Ⅸ	23.8	126.4	74.0
	2.0	I	-+ (2:1)	12/X	20.4	93.2	95.1
		II	-	4/X	24.4	141.0	93.0
		III	-+ (2:1)	27/Ⅸ	22.0	129.9	89.0
对 照 (清水)			+	27/Ⅸ	22.0	120.8	16.7
广二安	1.0	I	-+	10/X	19.8	128.4	91.5
		II	-	7/X	22.6	193.0	98.9
		III	+	4/X	23.0	177.0	89.5
	2.0	I	-+	10/X	20.1	153.4	96.6
		II	-	7/X	22.7	174.0	93.3
		III	+	4/X	22.6	169.0	80.1
	3.0	I	-+	10/X	20.4	159.4	97.4
		II	-	7/X	23.4	228.2	98.7
		III	+	4/X	23.0	152.2	82.2
对 照 (清水)			+	4/X	23.0	152.4	20.7

注：符号 (+) 表示蓝色反应，(-) 表示黄色反应。

以浓度2%处理幼穗发个时期的植株谷粒不实率为89.0—95.1%，而对照仅为16.7%；对于“广二安”浓度在1.0%以上均有较大影响，不实率高达80.1—98.9%，对照为20.7%。试验证明，花粉母细胞减数分裂期喷药后植株结实率最低。喷药也会影响抽穗日期，喷药时幼穗发育期愈早，抽穗愈延迟。“科六”喷药后抽穗较迟；雌雄蕊形成期喷药，抽穗比对照延迟近两周；花粉母细胞减数分裂期喷药，抽穗延迟约一周；花粉内容充实期喷药，抽穗日期与对照相似。而“广二安”在雌雄蕊形成期喷药，抽穗仅延迟三天；花粉内容充实期喷药的穗子与对照同期抽出。两个品种同样以花粉母细胞减数分裂期喷药的植株花粉对碘—碘化钾的颜色反应为黄色，而在这个时期之前或之后喷药的花粉对碘—碘化钾的颜色反应为兰色，亦有部分花粉仍呈黄色。因此，花粉母细胞减数分裂期喷药对碘—碘化钾溶液的反应与不实率的增加有一致的趋势，即在这个时期喷药雄性不育率高，杀雄效果好。

2. 氟乙酰胺对水稻“科六”及“广二安”雄性不育的影响

从试验结果(表2)看出，氟乙酰胺以浓度0.1%对“科六”及“广二安”穗长及每穗粒数的影响较小，不实率也不甚高，“科六”不实率为46.4—71.3%，“广二安”不实率为45.6—85.1%。喷药后植株幼穗发育正常，未出现退化颖花和包颈现象。而浓度0.5—1.0%喷后，“科六”不实率达94.3%，“广二安”高达96.9%，退化颖花和包颈现象比较严重，穗短、粒细、粒数少，尤以浓度1.0%的影响更大，颖花退化和包颈现象都较严重，并出现上位节分枝且能抽穗结实，幼穗发育不正常。试验表明，两个品种同样以花粉母细胞减数分裂期喷药的不实率高，对碘—碘化钾颜色反应为黄色，其它时期喷药后的花粉反应为兰色或个别为黄色。喷药时幼穗发育期愈早，抽穗期愈迟，花内粉容充实期喷药的抽穗日期与对照相近。

3. 萘乙酸及2,4—D对水稻“科六”及“广二安”雄性不育的影响

试验结果(表3)说明，萘乙酸及2,4—D在本试验所应用的浓度范围内对以上两个水稻品种结实率无不良影响，抽穗日期、穗长、每穗粒数都和对照区一样表现正常，两个品种在各个时期喷药后的花粉对碘—碘化钾溶液的颜色反应也与对照同样呈现兰色。

(二) 稻脚青和氟乙酰胺对水稻“珍珠矮”和“科六”碳、氮代谢的影响

1. 对碳水化合物代谢的影响

在幼穗发育到花粉母细胞减数分裂期，分别对“珍珠矮”用1%稻脚青、0.5%的氟乙酰胺，对“科六”用2%稻脚青、0.5%的氟乙酰胺喷雾。幼穗中的可溶性糖和淀粉含量下降较大的时间(图1)，珍珠矮在喷药后第二天，含量仅达对照的80—90%，“科六”在喷药后第三天，可溶性糖含量仅达对照20%左右，淀粉约为45—80%。“珍珠矮”自喷药后第9天起，幼穗中可溶性糖比对照增加，淀粉含量与对照相近；“科六”喷药后第10天起可溶性糖比对照低，但淀粉含量用稻脚青处

表 “氯乙酰胺”对水稻雄性不育的影响

水稻品种	农药浓度 (%)	喷药时期	花粉对 2% 氯化钾溶液的顏色反应	抽穗日期	穗长 (m)	每穗粒数	不实率 (%)	
科六	0.1	I	+	14/X	22.8	103.4	46.4	
		II	-	7/X	20.8	129.6	71.3	
		III	+	27/IX	21.2	114.0	53.9	
	0.5	I	-+	14/X	17.3	62.9	94.3	
		II	-	7/X	18.0	87.8	81.3	
		III	+	27/IX	24.8	160.2	59.8	
	1.0	I	+	14/X	14.0	71.6	93.6	
		II	-	7/X	20.1	112.6	93.4	
		III	-+	27/IX	23.2	153.8	95.6	
对 照 (清水)			+	27/IX	22.0	120.8	16.7	
广二安	0.1	I	+	12/X	21.5	172.4	59.0	
		II	-	10/X	23.0	180.0	85.1	
		III	+	6/X	23.6	171.6	45.6	
	0.5	I	+	12/X	15.8	128.0	77.5	
		II	-	10/X	18.7	83.0	96.9	
		III	+	6/X	19.4	109.6	81.2	
	1.0			+	12/X	12.4	79.6	92.7
		II	-	10/X	13.9	54.0	97.0	
		III	+	6/X	19.0	159.8	78.8	
对 照 (清水)			+	4/X	23.0	152.4	20.7	

注：符号 (+)、(-) 与表 1 相同。

表3 萘乙酸及2,4-D对水稻花粉及结实率的影响

水稻品种	“科六”			“广二安”		
	萘乙酸	2,4-D	对照	萘乙酸	2,4-D	对照
浓度范围	50—200 (ppm)	0.1—2.5%	(清水)	50—200 (ppm)	0.1—2.5%	清水
喷药时期	I. I. I	I. I. I		I. I. I	I. I. I	
花粉对碘—碘化钾溶液的颜色反应	+	+	+	+	+	+
结实率(%)	正常	正常	正常	正常	正常	正常

注：符号(+)与表1相同。本试验所用的萘乙酸及2,4-D农药各个浓度及喷药时期的植株结实率与对照植株相近似，故表中数据从略。

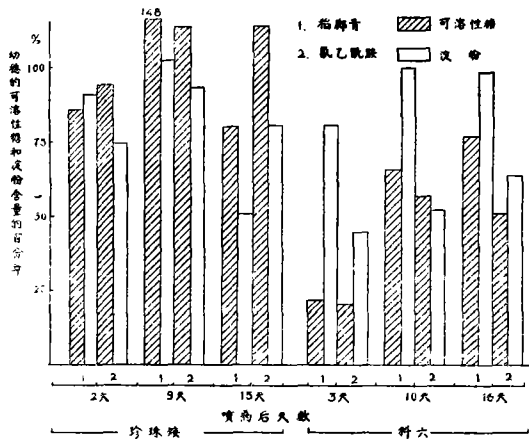


图1 珍珠矮和科六用稻脚青、氟乙酰胺处理后幼穗可溶性糖及淀粉含量百分比(以对照为100)

理的组合比对照略高，用氟乙酰胺处理的组合比对照低。可见这两种化学药剂影响这两个水稻品种幼穗可溶性糖和淀粉含量下降是在喷药后头几天内，超过一周后则影响较小，含量略有增加的趋势。

在这两个水稻品种幼穗发育到减数分裂期用这两种药剂处理后，其叶鞘可溶性糖和淀粉含量变化与幼穗的状况相同(表4)，同样是以喷药后第二、三天叶鞘可溶性糖和淀粉含量较低，喷后第九天起无论是可溶性糖和淀粉含量都与对照相近，或比对照稍高。而处理后第二、三天秆中的可溶性糖和淀粉含量比对照高，此后变化不大(表5)。但对“科六”处理后第三天起含量比对照稍低，第十天以后差异不明显。可以认为，“珍珠矮”受药后把光合产物暂时积存在茎秆较多。

表4 稻脚青及氟乙酰胺处理“珍珠矮”和“科六”
后叶鞘的可溶性糖和淀粉含量变化

(单位: 毫克/克干样品)

品种	处理	处理后第2—3天		处理后第9—10天		处理后第15—16天	
		可溶性糖	淀粉	可溶性糖	淀粉	可溶性糖	淀粉
珍珠矮	对照	15.2	156.0	51.3	115.5	39.0	150.0
	稻脚青	12.6	143.4	57.5	117.0	56.4	129.0
	氟乙酰胺	13.4	133.2	94.6	136.5	63.9	126.0
科六	对照	95.0	141.3	82.0	82.8	60.0	109.6
	稻脚青	70.0	152.5	94.0	67.5	75.0	80.2
	氟乙酰胺	93.0	131.1	120.0	117.9	98.0	140.1

注: “珍珠矮”为处理后第2、9、15天, “科六”为第3、10、16天。

表5 稻脚青及氟乙酰胺处理“珍珠矮”和“科六”
后茎秆可溶性糖和淀粉含量变化

(单位: 毫克/克干样品)

品种	处理	处理后第2—3天		处理后第9—10天		处理后第15—16天	
		可溶性糖	淀粉	可溶性糖	淀粉	可溶性糖	淀粉
珍珠矮	对照	168.3	165.0	112.2	333.0	196.0	258.7
	稻脚青	176.9	288.0	—	—	160.0	238.5
	氟乙酰胺	217.8	228.0	211.2	249.0	165.0	319.5
科六	对照	174.3	306.0	220.0	137.3	142.5	132.0
	稻脚青	141.1	306.0	215.0	162.2	165.0	153.0
	氟乙酰胺	152.7	270.0	205.0	187.5	175.0	339.0

注: 与表4相同

2 对叶片含氮量的影响

(表6)表明, 两种化学药剂处理这两个水稻品种之后, 自第2—3天起至15—16天, 叶片含氮量都比对照高。这与直观结果一致, 喷药植株叶片直至成熟表现出比对照植株较为青绿, 尤其是用氟乙酰胺处理的植株更为显著。不难看出, 这两种化学药剂, 使幼穗发育处在花粉母细胞减数分裂期的水稻植株的碳水化合物代谢受到抑制, 相反则提高了叶片含氮化合物的代谢水平。

表6 稻脚青和氟乙酰胺处理“珍珠矮”和“科六”后叶片含氮量的变化
(氮克 100克干物品)

品种	处理日期(日/月)	处理后天数	对 照	稻 脚 青	氟 乙 酰 胺
珍珠矮	16/V	2	2.91	3.08	3.15
	23/V	9	2.24	2.95	2.56
	29/V	15	2.38	2.59	2.45
科六	29/V	3	1.90	2.32	2.32
	5/VI	10	1.96	2.31	2.27
	11/VI	16	1.47	2.13	1.69

(三) 用放射性同位素示踪和放射自显影方法研究化学药剂对水稻植株各个器官含磷化合物代谢的影响

1 稻脚青对“珍珠矮”各器官 P^{32} 含量的影响

试验结果表明：用1%的稻脚青处理“珍珠矮”经一天以后，处在花粉母细胞减数分裂期的幼穗和叶片 P^{32} 的脉冲数最少，分别仅为对照的54.6%和57.0%（表7、图2）；处在雌雄蕊形成期的幼穗和叶片 P^{32} 含量比对照高，分别为对照的122.2%和110.7%；处在花粉内容充实期的幼穗 P^{32} 含量比对照少，为对照64.2%，但叶片 P^{32} 含量比对照高，为对照的124.9%。处理后第三天，三个发育期的幼穗、叶片和茎秆中 P^{32} 含量普遍比对照少（表8），其中以处在花粉母细胞减数分裂期的幼穗、叶片和茎 P^{32} 含量为最低，处在雌雄蕊形成期的幼穗、叶片和茎 P^{32} 含量为最高，花粉内容充实期的幼穗、叶片和茎的 P^{32} 含量次之。将三个发育期幼穗、叶片和茎的 P^{32} 的总量相比较（图2），仍然以花粉母细胞减数分裂期的植株 P^{32} 含量为最少，仅占对照的55.8%，其余两个依次为对照的72.9%和68.2%。以幼穗、叶片和茎秆的 P^{32} 含量相比，茎秆 P^{32} 含量最多，比幼穗 P^{32} 含量约多两倍，比叶片多数倍。由此可见，化学药剂稻脚青使水稻“珍珠矮”的磷化合物代谢下降，并以花粉母细胞减数分裂期受影响最大（即花粉母细胞减数分裂期的植株对化学药剂的反应最敏感）。

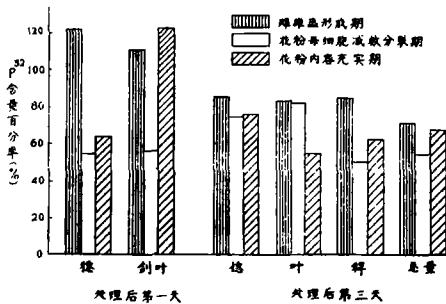


图2 珍珠矮幼穗发育三个时期喷射稻脚青后第一、第三天植株各器官 P^{32} 含量百分比(以对照为100)

表7 稻脚青(1%)喷射“珍珠矮”后第一天

幼穗和剑叶叶片P³²含量变化

(脉冲数/50毫克干样品/分钟)

处理时幼穗发育期	幼 穗			剑 叶 叶 片		
	对 照	处 理	处理 对照 (%)	对 照	处 理	处理 对照 (%)
雄 雌 蕊 形 成 期	6765.0	8270.0	122.2	2101.3	2348.0	110.7
花粉母细胞减数分裂期	9831.0	5368.0	54.6	166.3	67.0	57.4
花粉内容充实期	4476.7	2973.3	64.2	135.3	169.0	124.9

表8 稻脚青(1%)喷射“珍珠矮”后第三天

植株各器官P³²含量变化

(脉冲数/50毫克干样品/分钟)

处理时幼穗发育期	幼 穗 (1)			叶 片 (2)			秆 (3)			总 量 (1+2+3)		
	对 照	处 理	处理 对照 (%)	对 照	处 理	处理 对照 (%)	对 照	处 理	处理 对照 (%)	对 照	处 理	处 理 对 照 (%)
雌 雄 蕊 形 成 期	10048	8696	86.5	461	387	83.9	31282	26764	85.3	41791	35847	72.9
花粉母细胞减数分裂期	5479	4161	75.9	190	158	83.1	24067	12056	50.1	29736	16375	55.8
花粉内容充实期	4447	3387	76.2	351	195	55.5	13311	8369	62.8	18109	11951	68.2

2 稻脚青对幼穗各种磷化合物代谢的影响

经稻脚青处理后第三天，“珍珠矮”幼穗的各种磷化合物中 P³² 含量的试验分析表明(表9、图3)，花粉母细胞减数分裂期的幼穗中无机磷含量为对照的72%，酸性有机磷含量为对照的50.3%，残渣(蛋白质、脂肪、核酸中的磷)中P³²含量为对照的57.9%；而处在花粉内容充实期的幼穗三种磷化合物中P³²含量分别为对照的113.8%、43.4%和81.7%。以三种磷化合物中P³²的总量计，仍以花粉母细胞减数分裂期的幼穗P³²含量为最少，仅为对照的62.9%，而花粉内容充实期为对照的84.8%，由此证明化学药剂稻脚青使水稻幼穗磷代谢水平下降，特别是酸性有机磷下降为最多，尤以花粉母细胞减数分裂期的幼穗受影响最大，反应最敏感。

用放射自显影方法(图4)也证明花粉母细胞减数分裂期的幼穗P³²含量比对照低。图4对照幼穗图象呈现强烈白色，是由于未经处理植株幼穗吸收P³²的数量多，

比处理的幼穗 P^{32} 含量高。同样证明，稻脚青大大降低花粉母细胞减数分裂期的幼穗磷化合物的代谢水平。

表9 稻脚青(1%)喷射“珍珠矮”后第三天幼穗
各种磷化合物 P^{32} 含量变化

(脉冲数/200毫克湿重样品/分钟)

处理时幼穗发育期	无机磷(1)		酸性有机磷(2)			残渣(3)			总量(1+2+3)			
	对 照	处 理	处 理 对 照 (%)	对 照	处 理	处 理 对 照 (%)	对 照	处 理	处 理 对 照 (%)	对 照	处 理	处 理 对 照 (%)
花粉母细胞减数分裂期	3520	2552	72.5	2084	1048	50.3	1485	859	57.9	7089	4459	62.9
花粉内容充实期	2530	2860	113.8	1663	720	43.4	633	517	81.7	4823	4097	84.8

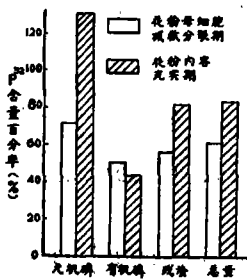


图3 水稻幼穗发育两个时期喷射稻脚青后各种磷化合物含量百分比(以对照为100)

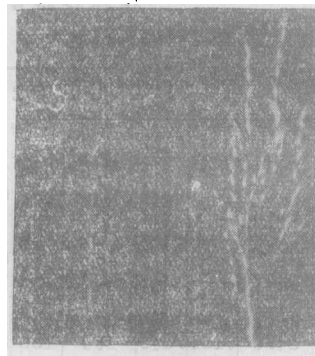


图4 化学杀雄(稻脚青处理)水稻吸收 P^{32} 自显影图象

讨 论

本试验证明：水稻幼穗发育过程三个时期对化学药剂都有不同程度的反应，其中以花粉母细胞减数分裂期对化学药剂的反应比较敏感，即在这个发育时期喷药可以诱导水稻雄性不育性提高，谷粒不实率增加。在幼穗发育过程中花粉母细胞减数分裂期出现颖花退化的现象早已有人注意，并作过许多研究^[1,3,5]。花粉母细胞减数分裂期遭受不良的外界条件影响之后，出现颖花退化，小穗数减少，能育性受损^[12]，花粉母细胞减数分裂不正常，染色体数目有明显变化，在中期及后期有大量落后的染色体^[4]，小孢子母细胞解体，四分孢子不能正常发育，小孢子的正常发育受阻^[6]，以至减少结实小穗。花粉母细胞减数分裂期受低温、高温、变温、

多雨及光照强度处理过的植株会出现类似的反应,而经化学药剂处理的植株也可以增加谷粒的不实率。这些事实都说明花粉母细胞减数分裂期对不良环境因素反应有较强烈的敏感性是有普遍性的,即是说,水稻植株在这个时期对不良条件的抵抗力较弱,如果在这个时期用适当的因素予以处理,最易得到高度不育性植株,而达到提高杀雄效果的目的。

化学药剂诱导水稻雄性不育所发生的生理生化变化,报导很少^[2]。近年来,有人曾报导过小麦^[6,7]、番茄^[8]等作物的生殖器官发育过程中受各种因子的影响之后,不但形态上发生变化,而且也发生一系列的生理生化变化,包括光合强度、呼吸强度、生长发育和各种代谢产物,如碳水化合物、氨基酸、蛋白质、核酸、酶等的产生、分布及流动方向的变化。本试验的结果表明,用化学药剂处理后的短期内,水稻植株幼穗和叶鞘的可溶性糖和淀粉含量下降,大约一周后则与对照相近,甚至稍高;茎秆的可溶性糖和淀粉含量在“珍珠矮”比对照增加,“科六”则稍下降;叶片含氮量则普遍比对照提高。但处理后植株各器官的含磷化合物与对照相比有减少的趋势。可见化学药剂抑制了水稻植株碳水化合物和磷化合物的代谢水平;相反则提高叶片含氮化合物的代谢水平。而以花粉母细胞减数分裂期的植株幼穗和其它器官的前两种化合物的代谢水平下降最为显著,这与花粉母细胞减数分裂期用化学药剂处理水稻植株后花粉不育性提高及谷粒不实率增加的状况相吻合。从这个生理生化分析结果证明,水稻在花粉母细胞减数分裂期植株对化学药剂的反应最为敏感,不育性最高,杀雄效果最好。因此,可以认为水稻花粉不育其中一个原因就是在于化学药剂抑制了水稻植株,特别是幼穗中的碳水化合物和磷化合物(尤其是酸性有机磷化合物)的代谢和阻碍这两种化合物向幼穗运转,较多地积存在茎秆中。

至于本试验所用的萘乙酸及2,4-D没有得到杀雄效果。但有人用萘乙酸(100ppm)诱导南瓜部分雄性不育^[13],用2,4-D(0.05%)诱导烟草55%的花粉不育和部分雌性不育^[10]及用萘乙酸诱导大麦雄性不育达93.4%^[9]。这种差异显然是由于药剂对水稻、大麦、南瓜及烟草等作物的作用特性不同所引起的。对于水稻,今后尚可适当提高浓度继续进行试验。无论用那一种药物,今后都应朝高效、无毒或低毒方向试验选择它的杀雄效果。

在最适浓度方面,不同药剂浓度处理水稻后产生谷粒不实率高的效应及水稻品种接受药剂的能力都存在一个最适浓度,如稻脚青对“广二安”的最适浓度为1.0%,对“科六”为2.0%,氟乙酰胺对“广二安”及对“科六”的最适浓度同样都在0.1—0.5%之间。药剂浓度与处理的水稻植株谷粒不实率成正的相关性,即浓度越高,谷粒不实率也越高。而浓度愈高,则颖花退化和包颈现象愈严重。因此,要想达到良好的杀雄效果,则不宜用过高或过低浓度。

參 考 文 獻

- [1] 丁穎、李乃銘、徐雪賓、陳焯欽、何崇鈞, 1959. 水稻幼穗發育及谷粒充實過程的觀察。農業學報, 10(2): 59—85。
- [2] 植物生長調節物質誘導栽培作物雄性不育的效果(本期學報)
- [3] 吳光南、張雲橋, 1962. 稻穗發育過程及其控制途徑的研究。作物學報, 1(1): 43—52。
- [4] 吳素萱、蔡起貴, 1962. 環境條件對水稻減數分裂的影響。植物學報, 10(1): 1—6。
- [5] 唐錫華, 1965. 關於水稻穎花退化和空囊粒形成的原因及防止途徑問題。植物生理學通訊, 4: 34—44。
- [6] 戴雲玲、郭仲琛、鄭光植、管康林、徐桂芳、湯佩松, 1965. 遮光對冬小麥穗發育的影響。作物學報, 4(2): 135—146。
- [7] Fukasawa, H., K. Mito, and M. Fujiwara, 1957. Preventative effect of sugars on the pollen degeneration of wheat plant. Bot. Mag. (Tokyo), 70: 251.
- [8] Howlett, F. S., 1936: The effect of carbohydrate and of nitrogen deficiency upon microsporogenesis and the development of the male gametophyte in the tomato, *Lycopersicon esculentum* Mill. Ann. Bot., 50: 765.
- [9] James, N. I. and S. Lund, 1965. Induction of male sterility in barley (*Hordeum vulgare* L. Emend Lam.) with potassium gibberellate and other plant growth regulators. Agron. J. 57(3): 269—272.
- [10] Jos, J. S. and S. P. Singh, 1967. Chemical induction of male sterility in tobacco. Indian. J. Agric. Sci., 37 (6): 504—510.
- [11] Nielsen, S. O. and A. L. Lehninger, 1955. Phosphorylation coupled to the oxidation of ferrocytochrome C. J. Biol. Chem. 215: 555—570.
- [12] Tetsuo S., Iwao N., Nobuo I. and H. Hayase, 1969. Male sterility caused by cooling treatment of the meiotic stage in rice plant. I. Methods of growing rice plant and inducing sterility in the phytotron. Prop. Sci. Soc. (Japan), 38(4): 603—609.
- [13] Wittwer, S. H. and I. G. Hillyer, 1954. Chemical induction of male sterility in cucurbits. Science, 120(26): 893—894.
- [14] Yemm, E. W. and A. J. Willis, 1954. The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. Biochem. J. 57: 508—514.

INDUCTION OF MALE STERILITY IN PADDY RICE BY SEVERAL CHEMICALS AND SOME RELATED PHYSIO—BIOCHEMICAL RESPONSES

Laboratory of plant physiology and
Laboratory of isotopes

Abstract

Chemical induction of male sterility in crops possesses importances in cross-breeding and in availability of heterosis, as well as in promoting crop yields. This study was carried out in late season in 1972, in early season in 1973 and in 1974, with rice varieties: the early season variety Chen-Chu-Ai (珍珠矮), Ko-6 (科六), and late season variety Kuang-Erh-An (广二安). The experimental results are summarized as follows:

The influences of the chemicals ($\text{FCH}_2\text{CONH}_2$ 0.1-1%; $\text{CH}_3\text{AsO}_3\text{Zn}\cdot\text{H}_2\text{O}$, 1-3%) differed obviously in the three developmental stages (i. e. stage of formation of pistils and stamens, reduction of stage of PMC, early ripening stage of pollen) of the rudimentary panicles of all three rice varieties. The reduction division stage of the pollen mother cells are more sensitive to these chemicals with pollens completely yellowing in I-KI solution. In the rudimentary panicles, the levels of carbohydrate metabolism (free sugar and starch) and of phosphorous metabolism were decreased obviously. These metabolic substances were more amassed in the culm. Therefore, the percentage of sterility of treated plant was higher. By using 1% $\text{CH}_3\text{AsO}_3\text{Zn}\cdot\text{H}_2\text{O}$ for Kuang-Erh-An, 2% for Ko-6, and 1% $\text{FCH}_2\text{CONH}_2$ for both varieties, 80-96.6% of sterility had accomplished. However, by spraying with 1% $\text{FCH}_2\text{CONH}_2$, the spikelets precedely formed severely degenerated, associating with spikes shortened, grains smaller and lesser. The ear emergence was 2-12 days delayed. But, the nitrogen content was increased in the leaf blades of treated plant.

NAA (50-200 ppm) and 2, 4-D (0.1-2.5%) were also used in this experiment. The treated plants were caused no male sterility.