

水稻 雄性不稔劑로서 Sodium Methyl Arsenate의 效果

趙守衍* · 孫永姬* · 崔海椿* · 文憲八* · 朴來敬* · 朴南圭* · 金鍾吳*

Effect of Sodium Methyl Arsenate as a Male Gametocide on Rice (*Oryza sativa* L.)

Soo Yeon Cho*, Young Hee Son*, Hae Chun Choi*, Huhn Pal Moon*,
Rae Kyeong Park*, Nam Kyu Park* and Chong Ho Kim*

ABSTRACT

Sodium methyl arsenate has been evaluated as a male sterilizing agent for the system of producing hybrid rice seeds.

The compound was the most effective at the concentration of 0.02%. When applied as a foliar spray to four rice varieties at 15 days before heading, sodium methyl arsenate has produced 99% male sterility. But the most effective time for application of the compound was 5 days before heading because of its phytotoxic effects. Effective application volume of the compound solution has depended on the growth of the plants treated. Varietal difference on the activity of the compound has been detected.

緒 言

自殖性 作物인 벼에서의 雜種強勢 現象은 1926年 Jones 이후 많은 研究者들에 의하여 報告되어 왔으며⁷⁾ 細胞質的·遺傳的 雄性 不稔 系統(CGMS)이 開發되어 1代雜種 種子 生産體系가 確立되면서 雜種強勢를 利用한 벼 1代雜種 育種이 實用化 되고 있다.^{2,3,6,8,9,10)} 그러나 CGMS를 利用한 1代雜種 種子 生産體系는 雄性不稔 系統(A)과 이의 維持를 위한 維持親(B) 그리고 稔性回復을 위한 回復親(R) 등 3系統 方法으로 雄性不稔 系統을 계속 維持하여야 하고 그로부터 다시 雜種種자를 生産하여야 하기 때문에 種子生産 過程이 複雜하고 많은 勞力과 時間을 要한다. 따라서 1代雜種 種子 生産體系를 容易하게 할 수 있는 方法으로서 藥劑를 使用한 雄性不稔 誘發과 이에 곧바로 稔性回復親의 花粉을 受粉함으로써 種자를 生産할 수 있는 2系統 法의 開發이 1代雜種 育種效率를 向上시킬 수 있을 것이다.

본 研究는 벼 1代雜種 種子 生産方法으로서 2系統 法의 開發을 目標로 雄性 不稔劑를 利用한 1代잡종 종자 生産體系를 確立하고자 雄性 不稔劑로 알려진 sodium methyl arsenate의 適定 處理濃度, 處理時期 및 品種間 反應變異에 대한 檢討를 하였으며 그 結果를 이에 報告하는 바이다.

材料 및 方法

벼 雄性不稔劑로서 “雄性 除雄劑 2號”로 알려져 있는 sodium methyl arsenate($CH_3As_3Na_2 \cdot 5 \sim 6 H_2O$)의 適定 處理 濃度を 究明하기 위하여 1987年 冬季에 國際 米作 研究所 圃場에서 水原 349號와 密陽 89號를 pot栽培하여 0.005%, 0.01% 및 0.02% 水溶液을 pot 당 9~48ml (187.5~1000ℓ/a)를 각각 處理한 후 처리 濃度別 不稔誘發 效果를 豫備 檢討하였으며 이 때 試驗區 配置는 完全 任意 配置 法 5反復으로 하였다.

약제의 處理時期, 處理量 및 品種間 反應을 검토 하기 위하여 1988年 夏季에 作物試驗場 溫室에서

* 作物試驗場 (Crop Experiment Station, RDA, Suwon 440-100, Korea) <'89. 1. 14. 接受>

자포니카型和 統一型 각 2 品種을 1/5000 Wagner pot 에 1 本植하여 生育시킨 후 0.02 % sodium methyl arsenate 水溶液을 噴霧 處理하였다(表 1, 2). 實驗 設計은 完全任意 配置法 5 反復으로 하였으며 試驗規模는 無處理區를 포함하여 總 180 區이었다. 藥劑 처리된 이삭들은 出穗時에 育산지 봉투를 씌워서 他花受粉을 防止하였고 處理區당 2 이삭씩 切穎法으로 人工 自花 受粉을 시켜 子房의 活力을 검토하였다. 藥劑의 不稔誘發 效果는 成熟期에

처리구당 5 ~ 10 이삭을 채취하여 이삭당 總粒數에 대한 糝粒數를 백분율로 表示한 不稔率로 나타내었다. 子房의 活力은 처리구당 人工 受粉粒數에 대한 結實粒數의 백분율로 나타내었으며 結實粒은 收穫後 50 °C 恒溫에서 5 日間 휴면 타파한 후 25 °C 항온에서 發芽시켜 5 일째의 發芽率을 種子의 活力으로 나타내었다.

結果 및 考察

Table 1. Treatment of sodium methyl arsenate on four rice varieties under the greenhouse condition at CES, Suwon, in 1988.

Rice variety	Application volume(ℓ/a)	Application time (DBH)*
Odaebyeo		
Hwaseongbyeo	187.5, 375	15, 10, 5, 0
Yongmoonbyeo		
Taebaegbyeo		

* Days before heading

Sodium methyl arsenate의 適定 處理 濃度의 검토 結果는 그림 1 에서 보는 바와 같다. 처리 농도 별 不稔誘發 效果를 보면 0.005 % 처리구에서는 水原 349 號는 35 ~ 58 %의 不稔率을, 密陽 89 號는 38 ~ 84 %의 不稔率을 나타내었고 0.01 % 處理區에서는 水原 349 號가 40 ~ 99 %, 密陽 89 號가 59 ~ 99 %의 不稔率을 나타내었다. 0.02 % 處理 濃度에서는 두 品種 모두 不稔率이 55 ~ 99 %로써 比

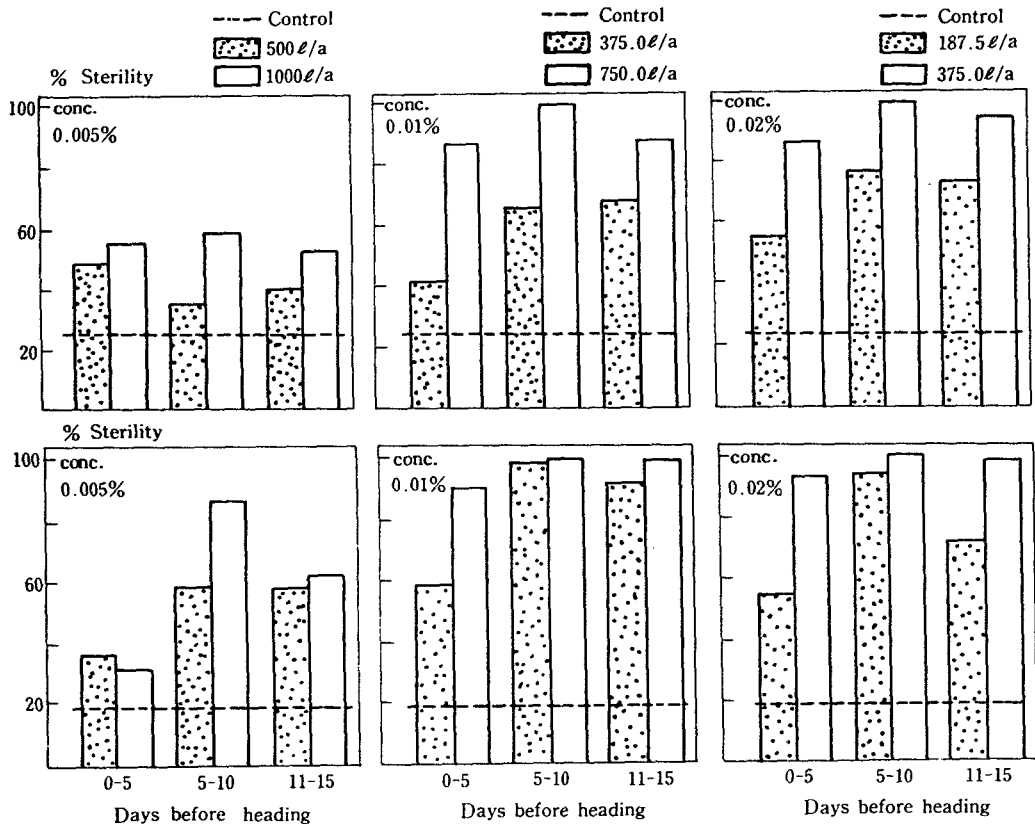


Fig. 1. Effect of the application concentration of sodium methyl arsenate on inducing male sterility in two rice varieties under IRR field conditions(CES, 1988). Variety of upper row is Suwon 349, and lower row is Milyang 89.

較的 安定된 不稔 誘發效果가 認定되어 이 藥劑의 處理濃度로는 0.02%가 適當한 것으로 나타났다.

處理濃度 0.02%에서의 sodium methyl arsenate의 不稔誘發 效果를 處理別로 살펴보면(表 6) 不稔誘發 效果는 處理時期가 빠를수록 增加하는 傾向이었으며 處理量에 따른 不稔誘發 效果는 뚜렷하지 않았다. 또한 이 藥劑의 不稔誘發 程度는 品種에 따라 差異가 있어 五台벼는 92.2~100%, 花成벼는 86.4~100%, 龍門벼는 97.5~100%, 그리고 太白벼는 93.2~100%의 不稔率을 나타내었다(表 3). 이 試驗에서의 sodium methyl arsenate 處理區의 不稔率은 90% 以上으로써 이미 보고된 雄性 不稔劑 2-chloroethyl phosphoric acid(Ethrel)에 의한 不稔率에 비하여 높은 편이었다.¹⁾ 出穗前 5일에 sodium methyl arsenate로 處理된 藥을 光學 현미경으로 檢鏡하였을 때 花粉粒은 形態적으로 正常이었고 요오드 溶液에 着色되었으나 花粉粒들이 藥 밖으로 떨어져 나오지 않는 것으로 보아 이 약제는 밀의 雄性 不稔劑 LY195259의 不稔誘發 기작과는 다르기는 하나²⁾ 역시 雄性器官인 花粉粒의 活力을 저지시키는 作用에 의하여 불임을 유발시키는 것으로 생각된다.

Table 2. Auricle distance and actual date measured by application time. (CES, 1988)

Application time(DBH*)	Auricle distance (cm)	Actual date(DBH*)
10	-2	9.0
5	5	4.9
0	10	0.8

* Days before heading

Table 3. Male sterility with different application times and volumes of sodium methyl arsenate in four rice genotypes. (CES, 1988)

Genotype	Application volume (ℓ/a)	Application time(DBH)			
		15	10	5	0
	 % sterility			
Odaebyeo	187.5	99.9	100.0	98.7	92.7
	375.0	100.0	100.0	99.3	92.2
Hwaseongbyeo	187.5	100.0	100.0	100.0	86.4
	375.0	99.9	100.0	100.0	98.8
Yongmoonbyeo	187.5	100.0	100.0	98.9	97.5
	375.0	100.0	100.0	99.7	98.4
Taebaegbyeo	187.5	95.5	93.2	99.1	93.3
	375.0	100.0	100.0	95.0	93.2

한편 sodium methyl arsenate는 벼의 雄性 器官 뿐만 아니라 子房과 種子의 活力에도 影響하는 것으로 나타났다. 表 4와 6에서 보는 바와 같이 子房 生存率은 0~50.2%로써 無處理區의 平均 子房 生存率 81.9%에 비하여 현저히 낮았다. 藥劑處理 時期가 빠를수록 또한 處理藥量이 많을수록 子房 機能의 沮害 程度가 增加하였는데 五台벼의 경우는 出穗前 15日 處理에서 자방 機能의 障害로 인하여 不稔이 誘發되었고 龍門벼의 경우는 處理藥量이 많으면 子房이 현저하게 障害를 받는 것으로 나타났다. 結實 種子의 活力에 있어서는(表 5, 6) 無處理區에 비하여 結實種子의 發芽率이 현저히 減少하였으며 그 경향은 處理량이 增加할수록 더욱 뚜렷하였다.

sodium methyl arsenate는 處理 植物體에 藥害를 誘發시키고 生育을 沮해하였는데(表 7, 8) 稈

Table 4. Seed set by hand pollination after sodium methyl arsenate treatment in four rice genotypes. (CES, 1988)

Genotype	Application volume (ℓ/a)	Application time(DBH)			
		15	10	5	0
..... % seed set					
Odaebyeo	187.5	0	24.6	23.5	38.7
	375.0	0	0	39.6	27.2
Hwaseongbyeo	187.5	18.8	6.7	50.2	45.4
	375.0	12.9	1.7	19.9	24.9
Yongmoonbyeo	187.5	11.5	7.7	21.7	10.8
	375.0	6.2	13.8	6.2	5.7
Taebaegbyeo	187.5	35.5	26.5	20.5	40.3
	375.0	21.7	15.2	28.8	17.5

Table 5. Seed viability of hand pollinated seed after sodium methyl arsenate treatment in four rice genotypes. (CES, 1988)

Genotype	Application volume (ℓ/a)	Application time(DBH)		
		10	5	0
... % germination ...				
Odaebyeo	187.5	33.3	48.8	21.8
	375.0	0	30.1	30.4
Hwaseongbyeo	187.5	0	13.3	66.7
	375.0	0	0	38.1
Yongmoonbyeo	187.5	61.1	33.3	16.7
	375.0	29.2	50.0	21.0
Taebaegbyeo	187.5	96.9	47.5	40.7
	375.0	23.8	22.6	3.3

Table 6. Mean of male sterility, seed set and seed viability on the different application volume and time of sodium methyl arsenate in four rice genotypes.

(CES, 1988)

Treatment	Male sterility	Seed set	Seed germination
Control	18.1%	81.9%	100%
Application volume (ℓ/a)			
187.5	97.2	23.9	40.0
375.0	98.5	15.1	20.7
LSD(5%)	-	6.6	12.6
Application time (DBH)			
15	99.1	13.0	53.2
10	99.2	12.9	53.8
5	99.8	26.8	53.7
0	94.2	25.8	-
LSD(5%)	3.9	9.4	-
Genotype			
Odaebyeo	97.4	20.1	51.6
Hwaseongbyeo	97.4	23.2	46.5
Yongmoonbyeo	99.9	10.3	56.8
Taebaegbyeo	95.4	25.8	59.4
LSD(5%)	3.9	9.4	-

長과 穗長은 短縮되는 경향이며 穗當 粒數는 減少

Table 7. Effect of sodium methyl arsenate on the several agronomical traits at four different application time conditions.

(CES, 1988)

Application time	Days to heading	Culm length (cm)	Panicle length (cm)	No. of grain per panicle	Panicle exertion (cm)
Control	77.1	60.4	19.0	94.4	-1.3
15	78.2	40.2	15.7	77.3	-4.9
10	78.3	41.8	16.8	71.6	-6.0
5	78.1	45.1	18.3	85.9	-6.1
0	78.2	44.9	18.1	87.7	-5.6
LSD(5%)	-	3.5	0.9	8.7	-

Table 9. Effect of sodium methyl arsenate on rice seed production and plant growth under 3 application volume conditions at 5 days before heading.

(CES, 1988)

Genotype	Application volume (ℓ/a)	Male sterility (%)	Seed set (%)	Seed germination (%)	Days to heading	Culm length (cm)	Panicle length (cm)	No. of panicle per plant	No. of grains per panicle	Panicle exertion (cm)	Dry weight (gr)
Odaebyeo	94.0	96.8	57.9	15.6	72.6	51.3	18.3	6.0	59.4	-6.9	10.2
	187.5	92.8	40.0	34.7	75.6	49.5	17.0	5.3	63.5	-8.9	10.6
	375.0	99.1	49.5	20.1	72.3	53.8	17.0	6.3	58.0	-8.1	10.7
	LSD(5%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hwaseongbyeo	94.0	99.9	62.4	89.2	83.0	55.5	17.8	5.3	93.8	-4.3	17.3
	187.5	100.0	62.8	26.7	83.7	52.8	17.0	5.0	78.1	-5.8	17.8
	375.0	100.0	24.8	12.7	84.7	39.8	16.7	3.8	83.5	-9.0	10.8
	LSD(5%)	-	-	17.6	-	12.7	-	-	-	-	-

Table 8. Effect of sodium methyl arsenate on the growth of rice plant at the two different application volume conditions.

(CES, 1988)

Application volume (ℓ/a)	Culm length (cm)	Panicle length (cm)	Dry weight (gr)
Control	60.4	19.0	19.5
187.5	44.6	17.6	22.2
375.0	41.4	16.8	19.1
LSD(5%)	3.1	0.6	2.1

하고 이삭의 추출도가 불량하였다.

藥劑의 適定 處理量은 處理 植物體의 生育量과 密接한 관계가 있는 것으로 생각되었다. 처리 시기별 生育量이 상대적으로 적었던 五台벼와 花成벼에 대하여 出穗 前 5 일에 處理量을 94 ℓ/a로 낮추었을 때(表 9) 花成벼는 種子의 活力이 높아지고 生育 沮害 程度가 減少하는 것을 觀察할 수 있었다. 그러나 五台벼의 경우에는 94 ℓ/a 處理區에서도 生育 沮害 程度에 대한 有意差가 認定되지 않았다.

雄性不稔劑가 效果의으로 實用化되기 위하여는 무엇보다 安定되고도 높은 雄性不稔 效果가 있어야 하고 동시에 作物의 기타 器官 특히 子房에 대하여

는 沮害 作用이 없어야 한다.⁷⁾ 이러한 면에서 살펴 보았을 때 sodium methyl arsenate는 다른 雄性不稔劑^{1,6,7)}에 비하여 進一步한 藥劑인 것은 認定할 수 있으나 그의 藥害誘發 效果에 대하여는 藥劑의 殘留毒性和 함께 앞으로 계속 檢討되고 改善되어야 할 것으로 생각된다.

摘 要

雄性 不稔劑를 利用한 벼 1代雜種 種子 生産體系를 確立하고자 雄性不稔劑인 sodium methyl arsenate의 適定 處理濃度, 處理時期, 處理量 및 品種間 反應에 대하여 檢討한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 雄性不稔 誘發에 適切한 藥劑의 處理濃度は 0.02%이었고 雄性不稔 誘發率は 處理量에 관계없이 出穗前 5日 以前 처리에서 99% 以上이었다.

2. 子房 生存率は 處理量이 적을 수록 또 處理時期가 늦을 수록 높은 傾向으로 出穗前 5日以後 處理에서 18.8~33.8%이었다. 子房 生存率は 同一 處理 條件에서도 品種에 따라 달랐으며 太白벼가 25.8%로 가장 높았고 龍門벼가 10.3%로 가장 낮았다.

3. 種子의 發芽率は 藥劑 處理量이 많을 수록 낮아지는 傾向이었다.

4. sodium methyl arsenate 處理는 藥害를 誘發시키고 稈長과 穗長이 짧아지며 穗當 粒數가 減少하는 등의 生育 沮害를 招來하였으며 특히 이삭의 추출이 불량하였는데 이러한 점들은 앞으로 改善해 나가야 할 것이다.

引 用 文 獻

1. 崔鉉玉·朴來敬·李鍾薰·林明淳. 1974. Ethrel 處理가 水稻 雄性 不稔 誘發 및 營養 器官에 미치는 影響. 農事 試驗 研究 報告 제16집(作物): 33-39.

2. He Guiting and J.C. Flinn. 1987. A comparative study of economic efficiency of hybrid and conventional rice production in Jiangsu Province, China. International Rice Research Conference. September 1987. IRRI.

3. Lu Xinggui, Zhou Jixian, Wang Jilin, Fang Guochen, Zhou Wenhua, and Yang Shiyuan. 1987. Application of photoperiod-sensitive genic male sterility (PGMS) in hybrid rice breeding. International Rice Research Conference. September 1987. IRRI.

4. Tschabold E.E., D.R. Heim, J.R. Beck, F.L. Wright, D.P. Rainey, N.H. Terando, and J.F. Schwer. 1988. LY195259, new chemical hybridizing agent for wheat. Crop Science Vol. 28: 583-588.

5. Tu Zengping and Hu Dawen. 1987. Using chemical male gametocide in hybrid rice breeding in China. IRRC. September 1987. IRRI.

6. Virmani S.S., R.C. Chandhany and G.S. Khush. 1981. Current outlook on hybrid rice. Oryza 18: 67-84.

7. Virmani S.S. and I.B. Edwards. 1983. Current Status and Future Prospects for breeding hybrid rice and wheat. Advances in Agronomy Vol. 36: 145-214.

8. Virmani S.S. and B. Suprihatno. 1983. Hybrid rice breeding. International Rice Research Conference. April 1983. IRRI.

9. Wan Banghui. 1987. Diversification of cytoplasmic male sterility in hybrid rice. International Rice Research Conference. 1987. September. IRRI.

10. Yuan Longping, S.S. Virmani, and Mao Changxiang. 1987. Hybrid rice: Achievements and outlook: International Rice Research Conference. 1987 September. IRRI.