

細胞質·遺傳자의 雄性不稔 系統을 利用한 油菜 Heterosis 育種에 관한 研究

第3報. 油菜 細胞質 遺傳자의 雄性不稔 系統의
不稔安全性和 油·粕의 成分改良

李正日·權炳善
作物試驗場

Studies on the Heterosis Breeding in Rape by Using Cytoplasmic Genetic Male Sterile lines

3. Development of Complete Cytoplasmic Genetic Male Sterile Line "MOKPO-MS" Having Improved Quality of Oil and Oil Cake

Lee, J. I., and B. S. Kwon
Crop Experiment Station, Suweon, Korea

ABSTRACT

A cytoplasmic-genetic male sterile line(MS) in rapes of which fertility is not restored under any temperature regimes and have the better quality of and oil cake was developed.

A MS line named Mokpo-MS, which is form the cross between Tower and Isuzu and its stamens is degenerated completely by interacting with cytoplasmic and nuclear genes was selected. This MS line was found as a complete cytoplasmic-genetic male sterile having the quality of oil and oil cake were greatly improved by introducing Zero-erucic and Zero-glucosinolate gene from Tower.

緒 言

急増하는 食用油 需要와 莫大한 導入飼料의 相當量을 南部地域의 畚裏作栽培로서 克服한다는 것은 여러모로 合理的인 意味를 付與한다고 할 수 있겠다. 그러나 勞賃上昇과 機械化가 뒤따르지 못한 人力依存型 生産費壓迫은 美國産大豆나 캐나다産 油菜와의 競争에서 60% 程度의 競争力밖에 가지고 있지 못하다는 것이 油菜擴大栽培에 큰 弱點이 될 수 밖에 없었다. 筆者 등은 單位生産량을 높여서 이 競争力を 높이려고 細胞質-遺傳자의 雄性不稔系統을 利用

한 Heterosis 育種을 其手段으로 採擇한 바 있다^{4,6,9,10} 본씨리즈 1報⁵와 2報¹⁰에서 筆者 등은 이 F₁의 收量이 10 a當 500 kg을 上廻하여 위와 같은 大豆나 油菜의 國際競争力에서 國內産油菜가 充分히 競争이 可能하다는 것을 提示했고^{9,10} 油菜育種 方向에서 F₁을 利用하는 Heterosis 育種이 既存 系統育種法보다 더욱 能率의인 方法^{1,9,10,12} 이라는 것도 檢討되었다. 또한 Heterosis 育種을 進行 定着함에 있어서 MS를 維持하는 Maintainer 確保가 매우 어려운 問題點으로 提起되었으나 이것도 既 確保된 維持系統을 (Non-Irogenic line) 多樣하게 活用하는 所謂 3元交雜式 F₁育成 方法¹⁰을 開發했다. 그러나 지금까지 研究 論議하였던 材料의 MS는 高溫條件에서 雄性不稔系統의 稔성이 一部 回復됨으로써^{6,12,13} F₁ 用 普及種子 生産에 自殖種자가 混入되는 缺點이 있을 뿐 아니라 目的産物인 油質과 油粕의 成分이 改良되지 못한 點 등은 農家圃場을 對象으로한 普及段階에서는 實用化에 큰 問題點을 안고 있었다. 本研究은 이같은 2가지 未洽한 點을 改善하고자 1976년부터 4年間 研究 努力한 끝에 史上 처음으로 完全한 不稔性이면서 Zero-erucic acid 遺傳자와 Zero-glucosinolate 遺傳자가 함께 導入된 새로운 細胞質-遺傳자의 雄性不稔系統을 開發했으므로 이에 報告하는 바이다.

材料 및 方法

本試驗에 供試된 材料로서 品種은 儒達, 龍塘, Isuzu, Tower의 4品種과 MS로는 韓國에서 育成한 儒達-MS, 日本에서 志賀가 開發한 Chisaya-MS,^{12, 13)} Thompson이 開發한 Bronowski-MS¹⁴⁾의 3 MS系統을 供試하였다.

Table 1. Materials of MS and Varieties.

MS and Varieties	Origan	Breeder	Bred year
Chisaya-MS	Japan	Toshio Shiga	1973
Bronowski-MS	England	Thompson, K. F.	1972
Yudal-MS	Korea	Jung-il Lee	1976
Yudal	"	"	1969
Yongdang	"	Mokpo Branch Sta.	1978
Isuzu	Japan	—	1956
Tower	Canada	—	—

1976년에 人工交配하여 1978년에 F₂를 展開, 그 중 完全 MS 만을 選拔하여 稔性인 姊妹個體의 花粉으로 5花式 人工授粉하여 採種하였다. 이 種子를 MS 個體當 30粒式 筆者가 開發한 Q.C.T 分析法으로^{7, 9)} 같은 해 7월에 每種實粒마다 脂肪酸을 分析, Zero-erucic acid 個體를 選拔하여 이를 筆者 등이 開發한 世代短縮法^{2, 3, 4)}에 依據, 溫室內에서 世代短縮하면서 開花期에 MS 個體를 選拔하였다. MS를 再次 維持하기 위해 MS系統內 같은 姊妹이면서 稔性인 Zero-erucic acid 個體 10株를 골라 그 花粉으로 MS에 10花씩 人工授粉採種하였다. 花粉親別로 採種된 種子를 粕分析하여 Zero-glucosinolate 個體를 選拔하였다. 여기서 最終으로 選拔된 Zero-erucic+Zero glucosinolate 個體의 種子를 1978年 10月~1979年 6月까지 그리고 1979年 7月~9月까지(世代短縮) 2世代에 걸쳐 MS의 選拔과 固定을 期했다. 여기에서 選拔된 MS-31-2-4-1을 既存MS 및 比較品種들과 함께 1979年 10月 2일에 播種하여 40日間 育苗한 다음 本圃에 移植하여 調査資料로 利用하였다. 脂肪酸 分析方法是 Q.C.T. 法에 의했으며⁷⁾ O-erucic acid 個體를 選拔할 때는 Toyo 濾紙 No. 52를 使用하여 Paperchromatography로 檢定 選拔하였다. 育成된 MS系統을 비롯한 各 MS의 脂肪酸組成 分析은 Shimaju製 Gas Chromatography(GC-6ATP)와 Digital Integrator를 使用했으며 分析過程은 特用作物研究 擔當官室 標準油脂脂肪酸 分析法에 따라 實施하였다. 油粕 分析은 Test-tape를 活用한 作物試驗場 油粕 標準分析法⁷⁾에 準하였다.

其他本試驗에 供試된 材料의 耕種 및 調査는 作物試驗場 標準栽培法과 標準調査基準에 따라서 實施되었다.

試驗結果

1. 育成經過

油菜기름과 粕의 成分이 改良되고 不稔性이 安定된 完全한 MS를 育成할 目的으로 遠緣이면서 成分이 改良된 캐나다의 Tower品種과 MS의 維持能力을 가진 日本品種 Isuzu^{12, 13)}를 交配하여 이들 後代에서 所期하는 새로운 MS를 育成코자 하였던 바 그림 1과 같은 經過를 거쳐 Mokpo-MS를 育成하게 되었다. 育成經過를 보면 1976年 4월에 Tower를 어미로 하고 Isuzu를 花粉親으로 交配하여 1978年 봄에 F₂를 展開한 結果 그중에서 21個體가 전혀 花粉發生이 없는 것은 물론이고 雄蕊가 보이지 않을 程度로 退化된 雄性不稔系統을 發見하였다. 그러나 이 MS를 維持할 수가 없으므로 隣接한 雄性不稔인 姊妹個體의 花粉으로 授粉시켜 採種하였다. 이 Hetero 狀態의 種子를 個體別로 30粒式 21個體 總 630粒을 試料로 하여 Quater Cotyledon Technique(Q.C.T)法에 依據,⁷⁾ 發芽子葉으로 脂肪酸 檢定한 結果 23個體의 Zero-erucic acid 個體를 選拔하였다. 이 Zero-erucic acid의 23個體만 世代短縮으로 溫室內에서 開花시킨 結果 9個體가 完全 MS로 分離되었으므로 이 9個體의 MS를 維持하기 爲하여 雄性稔性인 Zero-erucic acid의 姊妹인 20個體에서 花粉을 따서 平均 MS當 10個體式 人工授粉하여 모두 90系統을 作成하였다. 이 90系統의 收穫 種子의 一部를 粕分析한 結果 Glucosinolate를 含有치 않은 系統이 3系統이 選拔되었다. 물론 이 選拔된 系統들은 Zero-erucic + Zero-glucosinolate로 兩成分이 改良된 것 들이다. 選拔된 良質油, 良粕 系統을 같은 해 9월에 播種하여 1979年 봄 開花期에 調査한 結果 正確히 50%씩 MS와 fertile 個體가 分離되었다. 이들 MS 중 MS-31-2-4-1은 系統內 個體들이 稔性인 것과 不稔性의 差는 있어도 形態적으로 均一하였으므로 系統內서 MS와 같은 稔性個體를 골라 그 花粉으로 모든 系統內 MS 個體에 人工授粉시켜 採種하였으며 이 個體當 採種 種實을 脂肪酸 分析과 粕分析한 結果 모든 個體가 油質과 粕이 에루진酸과 구루코지노레이트가 除去되어 있었다. 이같이 成分 改良이 確認된 個體들을 1979年 7月에서 9月까지 世代短縮하여 實用形質의 固定을 도모하고

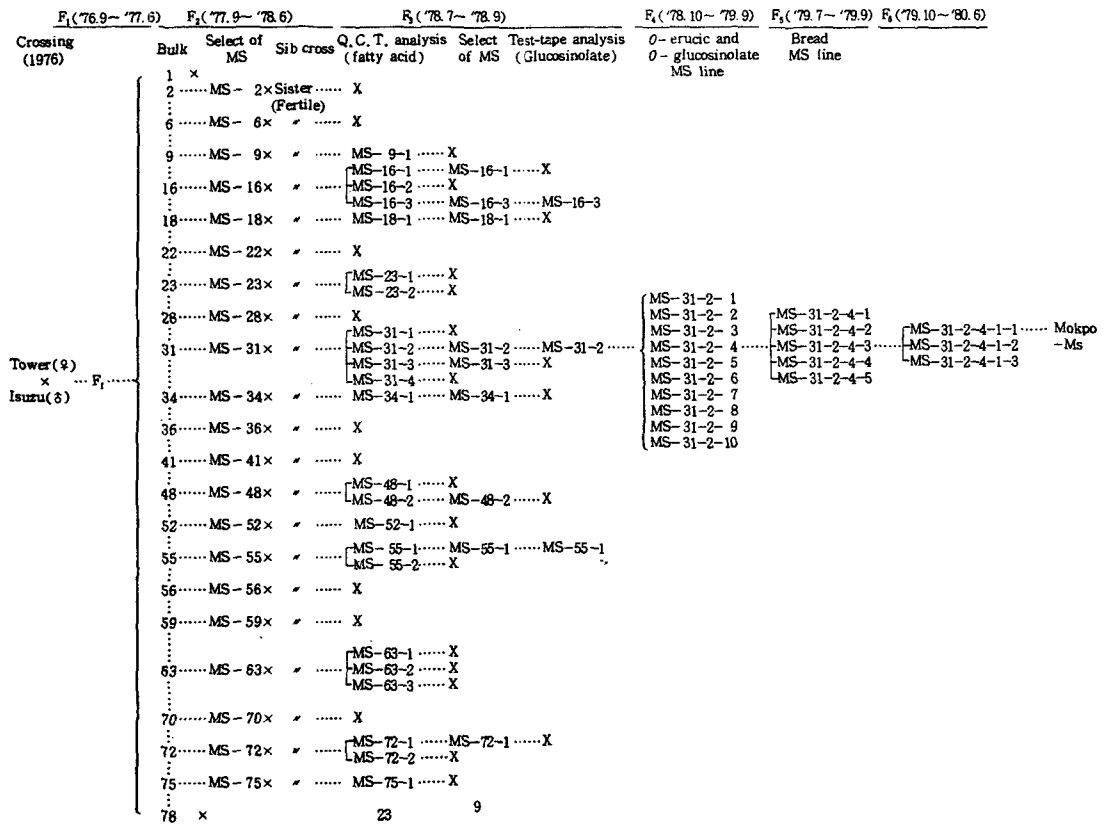


Fig. 1. Pedigree of cytoplasmic-genetic male sterile line, Mokpo-MS.

Note: X mark shows discarded plant.

여기서 標種된 MS를 다시 1979年 10월에 苗床에 個體別로 播種하여 이듬해 4月的 開花期에 再次 MS 分離比와 形態의 特性을 調査한 結果, 역시 雄性不稔系統 MS-31-2-4-1은 系統內 모든 個體特性이 均一하게 固定되었을 뿐만 아니라 MS와 稔性個體 分離가 前年과 같이 正確히 50%씩 分離되었으므로 이 MS系統을 Mokpo-MS로 系統名을 付與하였다.

2. 細胞質-遺傳的 雄性不稔性的 檢定

Mokpo-MS의 雄性不稔性이 細胞質이 關與하는지의 如否를 確認하는 데는 當初의 F₂集團 78個體만으로는 不足할 것으로 생각되어 1978年度 봄에 MS가 發見됐던 같은 組合을 正逆으로 人工交配하여 F₁은 世代短縮하고 1979年에 F₂集團을 展開하여 開花期에 雄性不稔 個體의 分離比를 調査하였다. 그 結果 表 2에서 보는 바와 같이 Tower를 母本으로 한 Tower x Isuzu 組合에서는 總 465個體中 108個體가 MS로 發現되어 3:1의 分離比에 適中하였

Table 2. Cytoplasmic inheritance of male sterility in F₁ and F₂ of the cross between Tower and Isuzu.

Cross	Segregation			X ²	P values for fit to 3:1 ratio
	mf	ms	Total		
Tower x Isuzu-F ₁	20	0	20		
Tower x Isuzu-F ₂	357	108	465	0.375	0.995-0.99
Isuzu x Tower-F ₁	20	0	20		
Isuzu x Tower-F ₂	235	0	235		

다. 그러나 Tower를 父本으로한 組合에서는 雄性不稔은 전혀 分離되지 않았다. 따라서 이 雄性不稔系統은 Tower의 S細胞質과 Isuzu의 核內 單純劣性의 不稔遺傳子의 相互作用으로 支配되는 細胞質遺傳子의 雄性不稔系統이라는 것이 確實視되었다. 한편 交配親中 花粉親인 Isuzu는 이미 核內 遺傳子가 S(Sterile gene)이고 細胞質은 F(Fertile)이라는 것이 確認되어¹³⁾ 維持系統으로 活用된 品種이나 母親인 Tower의 細胞質과 核內 遺傳子는 전혀 調

査된 바가 없었다. 그러나 F₂에서 MS가分離된事實과細胞質雄性不稔性を檢定한結果로 보아 Tower는核內가 Fertile이고細胞質은 Sterile이라는 것이

確實하며 F₂에서의遺傳子分離樣式 및 F₂以後 Mokpo-MS의分離와維持에對한過程을細胞質과核內遺傳子構成에依據, 圖示하면그림2와같이될것

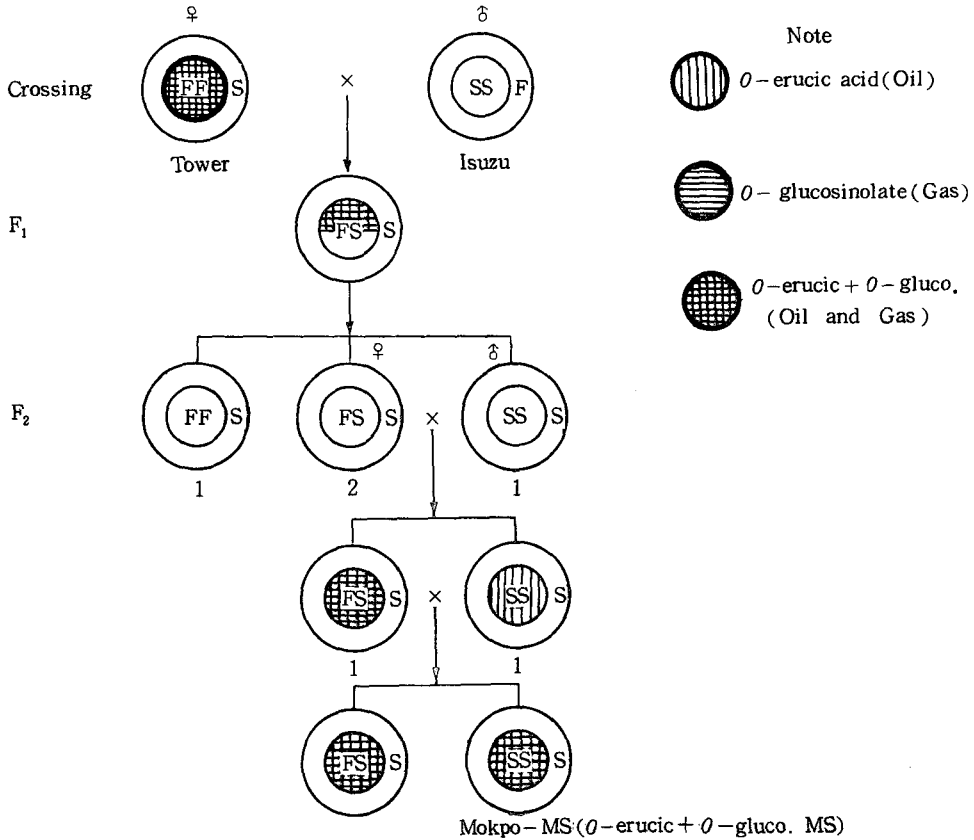


Fig. 2. Zero-erucic+Zero-glucosinolate MS line developed in Mokpo.

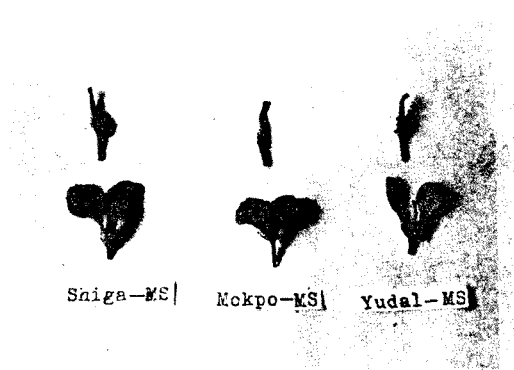


Fig. 3. Flowers of cytoplasmic genetic male sterile lines, Shiga-MS, Mokpo-MS and Yudal-MS

이다. F₂以後에서 Mokpo-MS는當分間維持系統이育成되기까지는이를維持하는데50%씩分離되는稔性Sister line의花粉으로維持시키면次代에서 다시50%의Mokpo-MS가分離되게됨으로 Mokpo-MS의維持系統이없어도이같은方法으로純粹하게維持될수있다.그림3은이같은方法에의해F₂以後4世代를繼代한Mokpo-MS의花器構造로서F₂에서分離된當時와 전혀差異가없었다.

3. Mokpo-MS의生育特性和花器構造

Mokpo-MS의油苔,開花期를 비롯한主要收量形質과花器構造를既存MS(不安定MS) 및現獎勵品

Table 3. Comparison of main agronomic characters in each male sterile plants.

MS	Bolting date	Flowering date	Plant height	Ear length	First branch	Second branch	Total branch
Shiga-MS	3.16	4.17	84	23	17	28	45
Bronowski-MS	3.17	4.19	95	19	10	21	31
Yudal-MS	3.21	4.23	96	24	21	23	44
Mokpo-MS	3.19	4.20	96	23	22	26	48
Tower	3.19	4.18	140	34	11	27	28
Isuzu	3.18	4.21	117	43	17	27	39
Yongdang	3.20	4.22	148	38	26	30	56

Table 4. Size of petal, anther pistil in each male sterile plants.

MS	Length of petal (mm)	Width of petal (mm)	Length of filament (mm)	Length of anther (mm)	Length of pistil (mm)	Relative position(0-6)
Shiga-MS	7.8 ± 0.06	6.9 ± 0.07	3.1 ± 0.06	1.1 ± 0.03	8.0 ± 0.09	2.41 ± 0.06
Bronowski-MS	8.7 ± 0.12	7.3 ± 0.09	4.2 ± 0.08	1.2 ± 0.04	8.0 ± 0.12	3.12 ± 0.08
Yudal-MS	8.1 ± 0.08	7.4 ± 0.08	3.2 ± 0.14	1.2 ± 0.06	8.4 ± 0.14	2.14 ± 0.05
Mokpo-MS	8.1 ± 0.15	7.5 ± 0.06	<u>0.2 ± 0.02</u>	<u>0.0</u>	8.1 ± 0.06	<u>0.0</u>
Tower	9.5 ± 0.16	8.3 ± 0.04	7.3 ± 0.18	2.0 ± 0.02	7.0 ± 0.07	6.00 ± 0.02
Isuzu	11.1 ± 0.18	11.3 ± 0.06	7.3 ± 0.09	2.0 ± 0.03	8.2 ± 0.03	5.62 ± 0.04
Yongdang	12.4 ± 0.14	11.3 ± 0.08	7.3 ± 0.09	2.0 ± 0.02	8.2 ± 0.16	5.62 ± 0.12

種 “龍塘”⁸⁾과 比較한 것이 表 3 과 表 4 이다. 優先 開花期는 獎勵品種 龍塘이나 儒達MS보다 2~3日 빠르며 草長은 龍塘보다 52cm나 짧은 短稈이고 分枝數에서 龍塘보다는 적으나 既存MS들 보다는 3~17個나 分枝數가 많았다. 花器에서는 表 4 에서와 같이 모든 雄性不稔 系統들의 全體 花器가 龍塘이나 Mokpo-MS의 兩親品種 花器보다 小型이며 花瓣長, 花瓣幅, 長花糸의 길이, 葯의 長, 雌蕊長, 相對的 位置 등도 상당한 差異로 짧고 적었다. 그러나 Mokpo-MS를 비롯한 3個의 既存 雄性不稔系統間에서 花瓣幅長 및 雌蕊長 등은 대개 비슷하나 雄蕊의 길이, 葯의 長, 相對的 位置 등을 比較하면 龍塘이나 Mokpo-MS의 兩親과 같은 正常 稔性에서는 平均 雄蕊의 길이는 7.3mm이고 葯長은 2mm이며 相對的 位置가 5.7인데 對해서 既存MS인 儒達-MS, Shiga-MS,¹²⁾ Thompson-MS¹⁴⁾는 雄蕊의 길이가 3.1~4.2mm이고 葯長이 1.2mm이며 相對的 位置는 2.1~3.1인 不安定MS였었다. 이에 比해 새로 育成한 Mokpo-MS는 雄蕊의 길이가 0.2mm로 既存 不安定MS의 1/10程度, 正常 品種들보다는 1/36程度나 짧은 狀態로 退化되어 있고 葯의 길이는 全然 보이지 않을 뿐 아니라 相對的 位置도 0.0로 100

% 完全한 MS라는 것을 알 수 있었다.

4. 既存 不安定 MS와 Mokpo-MS의 溫度 反應

既存MS는 低溫일 때는 雄蕊의 길이가 比較的 짧고 葯에서의 花粉發生이 없으나 開花末期쯤 되어 氣溫이 높아지면 不稔性이 漸漸 回復되어 一部 自殖되는 등 F₁ 採種上 問題點을 안고 있었다. 따라서 새로 育成된 Mokpo-MS와 既存MS를 함께 供試하여 抽苔에서 開花終까지 30℃로 調整된 溫室에서 서로 高溫反應을 比較하였던 바 表 5에서 보는 바와 같이 Shiga-MS와 Yudal-MS는 可稔領域인 相對的 位置 5와 6에 分布되어 大部分이 稔性回復이 되어 있는데 反해서 Mokpo-MS는 全 供試個體가 高溫處理에서도 完全不稔인 0.0位置에 있어 不稔性이 安定되어 있었다. 또한 이같은 高溫條件과 圃場의 自然條件에서 硫酸紙 봉투로 Selfing 한 結果를 보면 表 6에서와 같이 Mokpo-MS는 高溫, 圃場條件 모두 自殖된 것이 하나도 없는데 對해서 Shiga-MS는 高溫處理에서 自殖率이 82%이며 高溫條件에서는 8.3%가 自殖되었다. 儒達-MS도 高溫에서 81% 自殖되었으며 圃場條件에서 7.2% 自殖되어 純粹한 F₁ 種子 採種이 不可能하며 自殖種子 混入에 의한 集

Table 5. Frequency distribution in relative position of anther to stigma of the three male sterile populations from high temperature treatment and natural temperature.

MS	No. of plant in relative position															
	No. of observed plants	*High temp (30±2°C)						No. of observed plants	Natural temp							
		0	1	2	3	4	5		6	0	1	2	3	4	5	6
Shiga - MS	22	0	0	0	0	1	3	18	40	0	0	28	10	2	0	0
Yudal - MS	35	0	0	0	2	3	8	22	40	0	4	31	4	1	0	0
Mokpo - MS	18	18	0	0	0	0	0	0	13	13	0	0	0	0	0	0

* From bolting stage to flowering end

Table 6. Comparison of selfing fertilization between high and natural temperatures among cytoplasmic genetic male sterile lines.

MS	No. of observed plants	No. of observed selfing ear	Percentage of setting silique	
			High temp (30° + 30°C)	Natural temp (13 - 18°C)
Shiga - MS	5	25	82.4	8.3
Yudal - MS	5	25	80.8	7.2
Mokpo - MS	5	25	0.0	0.0

團의 生産力 低下가 우려되는데 對해 Mokpo -MS는 100% F₁ 採種이 可能하다는 것이 確認되었다.

5. Mokpo-MS의 脂肪酸組成 및 粕의

Glucosinolate 含量

새로 育成된 Mokpo-MS의 種實油의 脂肪酸組成과 油粕의 有害物質인 Glucosinolate 含量을 既存MS와 現獎勵品種인 龍塘과 比較한 것이 表7이다. Shiga

-MS나 儒達-MS가 에루진酸을 54%, 58% 含有하고 에이코젠酸 6.8%, 7.2% 含有하여 不良脂肪酸이 61%, 65%를 各各 含有하고 있는데 對해서 Mokpo-MS는 龍塘과 함께 不良脂肪酸이 完全 除去되고 代身 良質脂肪酸으로 轉換되었다. 脂肪酸組成上의 質에 있어서는 既改良 普及中인 龍塘보다는 리놀酸含量이 5%나 더 높고 에이코젠酸이 完全 除去됨으로서 龍塘보다도 油質이 더 優秀하다고 할 수

Table 7. Comparison of oil and gas composition between Mokpo-MS, Yudal-MS and Shiga-MS.

MS	Fatty acid Composition in oil (%)							Glucosinolate content in gas (0 ~ + + + + *)
	Pal.	Ste.	Ole.	Lin.	LnL.	Eic.	Eru.	
Shiga - MS	2.9	1.3	9.6	13.1	11.9	6.8	54.4	++++*
Yudal - MS	2.8	0.8	10.4	11.2	9.4	7.2	58.2	++++
Mokpo -MS	2.4	1.2	65.1	26.5	4.8	0.0	0.0	0.0
Yongdang (Check var.)	3.6	1.6	68.5	21.2	4.5	0.6	0.0	++++

* By test - tape method

있겠다. 油粕의 成分도 有害物質인 Glucosinolate 成分이 完全 除去되어 導入 大豆粕에 代替될 수 있는 高蛋白飼料로 조금도 손색이 없게 되었다.

考 察

1972年과 1973年에 開發된 Thompson-MS, Shiga-MS나 이 MS에 國內 適應品種들을 戻交配하여

育成한 儒達-MS를 비롯한 여러개의 育成MS들은 한결같이 高温에서 雄性的 不稔性이 回復되는 不完全 MS일 뿐만 아니라 油質과 油粕의 有用成分도 전혀 改良되어 있지 않은 MS였다. 따라서 油質의 脂肪酸組成이 改良된 龍塘이나 木浦 29號가 全國 油菜 栽培地域을 커버하게 되고 이제 곧 油粕까지 改良된 品種이 獎勵되게 된 마당에서 多收性이라는 目的만을 위해 成分 改良이 뒤따르지 않은 F₁의 實用化를

固執할 수는 없게 된 實情에 있다. 그러므로 採種段階에서 自殖種子 混入을 防止할 수 있는 完全不稔性 MS 이면서 良質油, 良質粕의 多收性 F₁ 種子를 生産할 수 있는 成分改良 MS를 開發하는 問題가 時急히 要請되었다. 本研究는 當初 稔性不安定性에 對한 改善은 考慮됨이 없이 MS의 成分改良과 維持品種의 成分改良을 目標로 하여 成分改良 Gene source로 캐나다의 良質油, 良粕品種인 Tower를 交配親으로 選定 實施하게 되었다. 偶然하게도 良質油, 良粕 維持系統을 育成하고자 試圖한 Tower × Isuzu의 F₂組合에서 雄蕊가 完全히 退化된 MS를 發見하게 된 것은 Tower의 細胞質이 S細胞質인데 功獻함이 컸다고 생각된다. 그 理由는 花粉親이었던 Isuzu의 核內 S遺傳子나 Shiga-MS를 낳게 했던 北陸23號의 核內 S遺傳子가 關與했던 既存MS(Shiga-MS, Isuzu-MS, 儒達-MS)들이 모두가 雄性不稔性이 不安정한데^{9,10} 대해서 같은 Isuzu의 核內 S遺傳子인데도 Tower의 S細胞質과의 相互作用에서는 完全 MS가 出現되는 것으로 보아 Tower의 S細胞質이 日本品種들의 S細胞質과는 異質의 일 것이 確實하다. 따라서 이같은 S細胞質은 캐나다의 Summer型 品種들 중에서 Tower가 育成한 交配親을 비롯하여 最少 1個 以上이 存在할 것으로 보아 今後 새로운 MS를 育成하는 母親品種을 日本品種 아닌 캐나다 品種에서 찾는 것이 效率의 일 것으로 考察된다. 한편 이 完全 MS를 維持하는데 있어서는 아직 成分이 改良된 維持品種이 開發되지 않은 狀態에서 Mokpo-MS의 同一 系統內稔性 姊妹個體의 花粉에 의해 採種量의 50%씩 維持된다는 것은 어쩌면 普及用 F₁ 種子를 採種하는 段階까지도 應用이 可能하다고 推定된다. 既 花粉親과 交互畦로 栽植할 때 MS를 密植해 놓은 다음(2倍程度 密植) 開花期에 50% 分離되는 稔性個體는 間引 淘汰한다면 Mokpo-MS의 維持系統을 開發하기 前에도 實用花는 可能하다고 생각된다. 그러나 筆者 등은 多幸하게도 現在 兩成分이 改良된 維持系統에도 10餘系統이나 開發되어 있으므로(다음 せ리지에 報告豫定) 이 方法에 依한 實用化는 計劃되지 않고 있다. 또한 새로 育成된 Mokpo-MS의 雄蕊 花糸長이 0.2mm程度로 退化됨으로서 雌蕊와의 相對의 位置가 0點에 이른 것은 花器構造上 MS로서 가장 完備한 것이므로 志賀가 1에서부터 6段階까지 分類한^{12,13} 範圍보다 한 段階를 더 두어서 0段階를 더 두어야 Mokpo-MS가 所屬될 수 있는 相對的 位置가 設定될 것으로 思料된다. 따라서

筆者는 MS程度의 段階를 1에서 6까지 6段階로 區分하던 既存段階를 0에서 6까지의 7段階로 提案하였다. 또한 MS가 高温에서 稔性이 回復되는 既存 MS들의 F₁ 利用에 對하여 高温에서도 不稔性이 安定되어 있는 Mokpo-MS와 比較 考察코자 한다. F₁의 雜種強勢를 利用하는데 있어서 MS의 不稔安定性은 雜種採種에 絕對的인 要件이라 할 수 있겠다. 우리나라에서 油菜 開花期間의 平均氣溫은 南部에서도 13℃~17℃程度이다. 따라서 既存 MS들은 이 같은 溫度에서도 稔性이 回復되어 8%의 自殖率을 나타내고 있으며 25℃~30℃의 溫度에서는 거의 大部分 稔性이 回復되어 採種上 利用 價値가 없을 程度의 不安정한 MS로 되었다. 萬一 이런 MS를 캐나다 같은 여름철에 油菜 栽培하는 곳에서 F₁栽培를 試圖하는 境遇라든가 春播 油菜栽培할 때에는 (開花期가 늦어짐) 전혀 利用價値가 없는 MS가 될 것이다. 이런 점에서 溫度에 關係없이 不稔性이 安定되어 있을 뿐만 아니라 成分까지 改良된 Mokpo-MS가 開發되었다는 事實은 F₁ 利用의 實用化와 收油量에서 多收穫 油脂作物로서의 油菜의 位置 評價에 劃期的인 凱歌라고 思料된다.

摘 要

油菜에서 F₁의 雜種強勢를 利用함에 있어 Shiga나 Thmpson이 開發한 MS들은 高温에서 不稔性이 回復되고 油質과 油粕의 成分도 改良되지 못하였으므로 이같은 缺點이 補完된 새로운 MS를 開發코저 研究를 계속한 結果 完全한 不稔性이면서 에루진酸과 구루코지노레이트가 除去, 改良된 새로운 細胞質·遺傳子의 雄性不稔系統 Mokpo-MS가 育成되었다. 이를 다음과 같이 要約한다.

1. Mokpo-MS는 캐나다 品種인 Tower를 어미로 하고 日本 品種 Isuzu를 花粉親으로한 F₂에서 發見된 MS를 1粒式 Q. C. T. 法으로 Zero-erucic acid 個體를 選拔하고 이를 Test-tape法으로 Zero-glucosinolate 個體를 再 選拔하여 固定시켰다. MS維持는 稔性인 姊妹個體, 系統의 花粉으로 維持시켰다.

2. 細胞質 遺傳子의 雄性不稔系統 如否를 檢定코저 Tower × Isuzu의 正逆 組合을 作成하여 F₂에서 MS 分離比를 調査한 結果 Tower가 어미인 組合에서는 3:1의 比率로 MS가 分離되었으며 Tower가 花粉親으로 된 組合에서는 全部 稔性으로 發見되었으므로 Tower의 S細胞質과 Isuzu의 核內 S遺傳子

와의 相互作用에 依해 發現되는 細胞質 遺傳子的 雄性 不稔 系統임이 밝혀졌다.

3. Mokpo-MS는 같은 系統內 稔性인 個體의 花粉으로 維持시키면 次代에서 各 50%의 MS와 稔성이 分離된다.

4. Mokpo-MS는 既存MS들 보다 2~3日 熟期가 빠르며 3~17個나 分枝數가 더 많고 花期에서 雄蕊의 長이가 0.2mm 葯長은 거의 없으며 相對的 位置가 0.0인 完全 MS였다.

5. 새로 育成된 Mokpo-MS의 油質은 바람직하지 못한 에루진酸과 에이코젠酸이 完全 除去되고 代身 良質 脂肪酸인 오레인酸과 리놀酸 含量이 92%에 達하는 良質油 MS이다.

6. 油粕의 飼料化를 爲한 成分改良에서도 有害物 質인 Glucosinolate成分이 完全 除去되어 導入 大豆 粕에 代替 可能하다.

7. Mokpo-MS는 花器의 不稔性에 關係되는 形質이나 其他 生態的인 實用形質들이 完全히 固定되었다.

引用 文 献

1. Baba, S., T. Shiga and S. Sugiyama. 1970. Possibility of heterosis breeding in rapeseed plants. Rep. TOHOKU Branch, Crop Sci. Soc. Jap. 12:51-52.
2. Lee, J. I., B. M. Kae and S. G. Kim. 1975. Studies on a technique of the generation shortening for the promotion of breeding efficiency of rape oil improvement. I. Influence of green plant vernalization on the shortening of days to flowering. Res. Rep. O.R.D 17(c): 69-76.
3. _____, K. S., Min and G. P. Choo. 1975. Studies on a technique of the generation shortening for the promotion of breeding efficiency of rape oil improvement. II. Influence of different maturing at ages to seed germination power and dormancy in *Brassica napus* L.J. Korean Soc. Crop. Sci. 20:100-106.
4. _____, E. R. Son and G. P. Choo. 1975. Studies on a technique of the generation shortening for the promotion of breeding efficiency of rape oil improvement. III. Effects of ethrel on maturity shortening and germination power in *Brassica napus* L. J. Korean Soc. Crop. Sci. 20: 107-114.
5. _____, 1975. The latest domestic and foreign trend on the fatty acid composition improvement in rapessed oil and a new proposal for Korean rape breeding. Korean J. Breeding 7(2): 109-119.
6. _____ T. Shiga and B. S. Kwon. 1976. Studies on heterosis breeding in rapeseed using cytoplasmic male sterility. I. Heterosis of agronomic characters and fertility restoration in F1 hybrids using cytoplasmic genetic male sterility. Korean J. Breeding 8(2): 63-70.
7. _____, T. Shiga and B. S. Kwon. 1977. Breeding for improvement of fatty acid composition in rapeseed, *Brassica napus*. X. Method of the rapid testing of fatty acid and the effective early selection for the germination tissue of rape by paperchromatography. Res. Rep. O.R.D. 19(c):81-89.
8. _____ B.S. Kwon and I.H. Kim. 1978. Newly developed high quality rape variety, Yongdang. Res. Rep. O.R.D. 20(c):173-176.
9. _____, and Y.S. Ham. 1980. 韓國의 油葉 成分育種과 F₁의 Heterosis利用 育種研究 雨田 孫膺龍教授華甲記念論文集: 21-38.
10. _____, and B.S. Kwon. 1980. Studies on heterosis breeding in rapeseed using cytoplasmic-genetic male sterility. II. Agronomic characteristics of F1 seed production procedure in the three-way crossing of cytoplasmic-genetic male sterile, non-isogenic maintainer and restorer on rape. J. Korean Soc. Crop. Sci. 26(2):49-57.
11. 村上 一, 高柳謙治. 1966. ナタネの 選擇受精に, 關する 研究 II. 自然條件下での選擇受精の 役割, 育種學雜誌 16(別冊2): 92-93.
12. Shiga, T. and S. Baba. 1973. ナタネの細胞質雄性不稔性とその利用. 育種學雜誌 23: 187-197.
13. Shiga, T. 1976. Studies on heterosis breeding using cytoplasmic male sterility in rapeseed, *Brassica napus*. Bull. Nat Inst. Agr. Sci. D. 27:1-101.
14. Thomasson, H. J. and J. Boldingh. 1955. The biological value of oil and fats. I. Growth and food intake on feeding with natural oils and fats. J. Nutrition 56:455-488.

SUMMARY

F₁ heterosis is extensively being used to get high yields in rapes. But male sterile lines of rape developed by Shiga and Thompson are apt to restore the fertility under high temperature conditions and quality of oil and oil cake were not improved.

A new cytoplasmic genetic male sterile line, Mokpo-MS which does not restore its fertility under any temperature regimes and contains no erucic acid and glucosinolate was developed.

The results are summeried as follows,

1. The MS plant selected in F₂ generation of cross between Tower and Isuzu originated from Canada and Japan, respectively, and zero-eucic acid was screened by Q.C.T method and zero-gulcognolate by test-tape method was followed. The MS line maintained by pollinating with fertile sister line after fixation
2. To test male sterility, a reciprocal cross between Tower and Isuzu was made and the ratio of MS plants in F₂ was investigated.
3. The segregation ratio of MS to fertile was 3:1 when Tower was used as female while all F₂ plants were fertile when Tower was used as male,

which indicated that Mokpo-MS was to be a cytoplasmic genetic male sterile combined with cytoplasmic S of Tower and nuclear S gene of Isuzu.

3. By the way of pollinating Mokpo-MS with pollen of fertile sister line, 50 percent of male sterile plant could be gained repeatedly.
4. Mokpo-MS was 2-3days ealier in maturity and produced 3-17 more branches than current leading MS lines, which developed by Shiga and Thompson, and Yudal-MS.
The relative position of anthers of this line was 0.0 with 0.2mm of stamens length.
5. It was thought to be reasonable that the relative position of anther indicating the degree of sterility was to be graded with 0 to 6 scale.
6. The oil quality of Mokpo-MS was improved by containing 92% of high quality fatty acids, oleic acid linoleic acid and by eliminating unesarable erucic acid and eicosenoic acid completely.
7. The oil cake quality of Mokpo-MS for feed stuff was also improved by eliminating the glucosinolate, a injurious substances to animals.
8. All the floral characters related to sterility and ecological traits of Mokpo-MS were fixed completely.