

·紫外線照射에 의해 誘導된 稻熱病菌의 昇乖에 대한 耐性에 관하여

金敬昊 · 任良宰

(中央大 文理大 生物學科)

Tolerance of the Mutants of *Pyricularia oryzae*
against Mercuric Chloride

Kim, Kyung Ho and Yang-Jai Yim

(Dept. of Biology, Chungang University, Seoul)

ABSTRACT

Tolerance against mercuric chloride in mutants of *Pyricularia oryzae* Cavara induced by ultraviolet(UV) irradiation has been investigated. The tolerant isolates obtained using ultraviolet(UV) irradiation were maintained a high level of tolerance even after 15 times transfer to the chemical free media. Each isolate of mutants UM-1, UM-2, and UM-3 on the successive monoconidial cultures has genetically homogeneous for tolerance. The tolerant isolates sporulated less and showed a higher percentage of germination of conidia on media without the chemical than the parental isolate. The toxins released from the parental and the tolerant isolates have been identified as piricularin and α -picolinic acid by paper-chromatography. The tolerant isolates produced more piricularin and its virulence on seedlings of rice varieties were higher than the parental isolates. Both piricularin production and virulence on rice were highest in the UM-2 isolate.

緒 論

稻熱病菌(*Pyricularia oryzae* Cavara)의 侵入로 發生하는 稻熱病은 우리나라에서 벼의 生産을 阻害하는 主要 要因들 중의 하나이다. 稻熱病을 豫防하기 위하여 抵抗性 品種의 育成栽培, 種子의 消毒處理, 罹病植物體의 處理, 發生豫察과 藥劑撒布等 모든 防除手段과 稻熱病菌의 諸性質에 대한 많은 研究가 進行되어 왔는데 그 중에서도 高度의 抵抗性을 지니고 있고 生産力이 높은 品種의 改良을 위한 研究가 繁村과 北村(1954), 伊藤(1955), 吉井(1941)등에 의해 이루어졌고, 韓國에서도 現在 稻熱病菌에 대하여 高度의 抵抗性을 지닌 多收穫品種으로 알려진 통일(IR667-98)과 그 姉妹系統이 널리 栽培되고 있다. 그러나 Chung(1974)은 1973년에 이미 통일과 그 姉妹系統에 侵入하는 새로운 菌株가 出現하였음을 指摘하였다. 이와같은

새로운 race의 出現은 여러가지 外的條件의 變化로 突然變異가 誘發되고 여기에 選擇作用이 계속된 結果라고 山崎와 新關(1966)은 推測했다. 이들 外的條件中에서도 化學藥品들에 의한 耐性의 變異에 대한 研究가 Chien(1964), Hwang과 Chung(1977), Nakamura와 Sakurai(1968), 鈴木(1962), Uesuki et al.(1969), 山崎와 土屋(1951), 山崎와 諏訪(1953)등에 의하여 많이 이루어졌다. 山崎와 土屋(1951)는 황산동을 含有하는 간자한천배양기에 稻熱病菌을 培養하여, 이에 대한 永續 抵抗性을 가지는 變異體를 얻었고, 山崎와 新關(1966)은 同一한 培養基에 稻熱病菌을 培養하여 分生孢子의 形態 또는 營養要求가 다른 突然變異株 및 황화수소發生變異體를 얻었다.

한편 Hwang과 Chung(1977)은 Bla-s를 含有한 培養基에 培養하여 이에 대한 耐性株를 얻었는데, 이것은 病原性과는 상관이 없었다. 그러나 Chien(1964)은 昇乖(HgCl₂)을 含有한 培養基에서 얻은 耐性株는

母菌株보다 病原性이 높았다고 報告했다.

山崎와 村田(1963)는 稻熱病菌에 放射線을 照射하여 營養要求突然變異株를 얻었고, Hwang과 Chung(1977)은 Bla-s에 높은 耐性을 가지는 菌株을 獲得하였다.

稻熱病菌의 毒素에 대한 研究는 Tamari 및 Kaji (1953)에서 비롯한다. 그들은 稻熱病菌의 培養液에서 2종류의 毒素을 抽出精製하여 調査한 結果 그중 하나는 長柱狀 結晶으로 融點 132°C, 分子式 $C_6H_5NO_2$ 로서 α -picolinic acid와 일치한 物質이며, 다른 하나는 無色柱狀 結晶으로 融點 73°C, 分子式 $C_{21}H_{11}N_2O_3$ 로서 이제까지 알려지지 않은 物質임을 確認하고, 이것을 piricularin이라고 命名했다. Piricularin은 벼에 대한 毒性이 α -picolinic acid보다 더욱 強力함을 밝혔다.

또 稻熱病菌에 感染된 벼의 病斑에서 α -picolinic acid 및 piricularin의 存在를 paper chromatograph로 確認하였다. 小笠原등(1956)은 piricularin의 定량을 위한 여러 方法中에서 piricularin의 抗菌性을 利用한 cup法에 의한 定량이 가장 良好하였음을 報告했다.

이와 같이 稻熱病菌을 防除하기 위해 많은 研究가 進行되어 왔는데 이들 研究에서 指摘된 變異들이 단일 非病原性 또는 침입능력이 없는 方向으로 變化된다면 變異에 의한 被害는 크게 問題가 되지 않을 것이다.

이러한 見地에서 우리나라의 稻熱病菌의 自然集團에서 招來될 수 있는 突然變異株가 母菌株와 어떻게 달라지는가를 보기 위하여 紫外線을 照射하여 變異株를 만들어 昇汞에 대한 耐性을 調査하였다.

특히 昇汞에 대해 지닐 수 있는 耐性의 範圍, 耐性株의 分生胞子の 發芽能力과 形成能力, 母菌株와 耐性株의 piricularin生成量 比較 및 病原性 등에 대해 調査하였다.

材料 및 方法

變異株의 獲得

稻熱病菌의 race는 農業技術研究所 病理課에서 T-2⁺ race를 分讓받아 使用하였다. 이 race는 自然集團에서 同一의 病斑에서 抽出하여 定형된 것이다.

本 實驗은 potato-dextrose agar(寒天 17g, 감자 200g, dextrose 20g, 증류수 1000cc : P.D.A.) 培養基에서 實施했다.

昇汞添加培養基는 50~55°C의 P.D.A. 培養基에 昇汞(HgCl₂)을 넣어 混合하여 만든 후, 20時間 以內에 實驗에 使用했다.

稻熱病菌을 7日間 培養한 후 分生胞子를 形成시켜

滅菌된 buffer溶液(pH 6.0)을 5ml씩 부어서 分生胞子를 모은 후 인차직으로 glass wool로 濾過시켰다. 1~2회 滅菌된 buffer 溶液으로 水洗한 후 hemacytometer로 分生胞子の 濃度를 10⁶分生胞子/ml로 調節했다. 40cm의 距離에서 4~13分間 紫外線(2850Å)을 照射하였다. 이때 transformer(Powerstat® The Superior Electric Co.)를 使用하여 電壓을 一定하게 維持했다.

照射된 分生胞子懸液(0.1ml/plate)을 培養基上에 均一하게 塗抹하여 7日間 培養한 후, 生存한 집락 中 sector를 形成하는 集락을 抽出하여 各기 濃度를 달리 한 昇汞을 含有하는 培養基上에 移植하여 耐性이 높은 菌株들을 獲得하였다.

毒素의 分離

Potato-dextrose 液體培養基(P.D.A. 培養基에서 agar를 뺀 것)에 稻熱病菌을 接種하여 28°C에서 20日동안 振盪培養하였다.

毒素은 玉利와 加治(1956)의 方法에 의해 다음과 같이 分離하였다. 培養液을 醋酸으로 酸性으로(pH 3.5)하고 炭末(2% 活性炭)을 흡착시켜 알모니아성 메라놀(pH 7.8)로 溶出시켜(炭末의 약 2배量으로 2회 반복함) flash evaporation을 행했다. 이 濃縮液(rich water)을 우선 醋酸으로 酸性으로(pH 3.5~4.0)하여 醋酸鉛을 加하여 생긴 沈澱을 濾했다.

濾液은 알모니아로 약알카리(pH 7.5~8.0)로 하여 亞醋酸鉛을 加하여 생기는 沈澱을 모은다. 이 沈澱을 稀醋酸水에 最大限으로 溶解시켜서 硫化水素로 分解한다. 硫化鉛을 濾別시킨 濾液은 우선 重曹로 알카리로 하여 에테르로 抽出을 하고 다음에 醋酸으로 酸性으로 하여 다시 에테르로 抽出을 한 후 crude toxin을 獲得했다(Table 1).

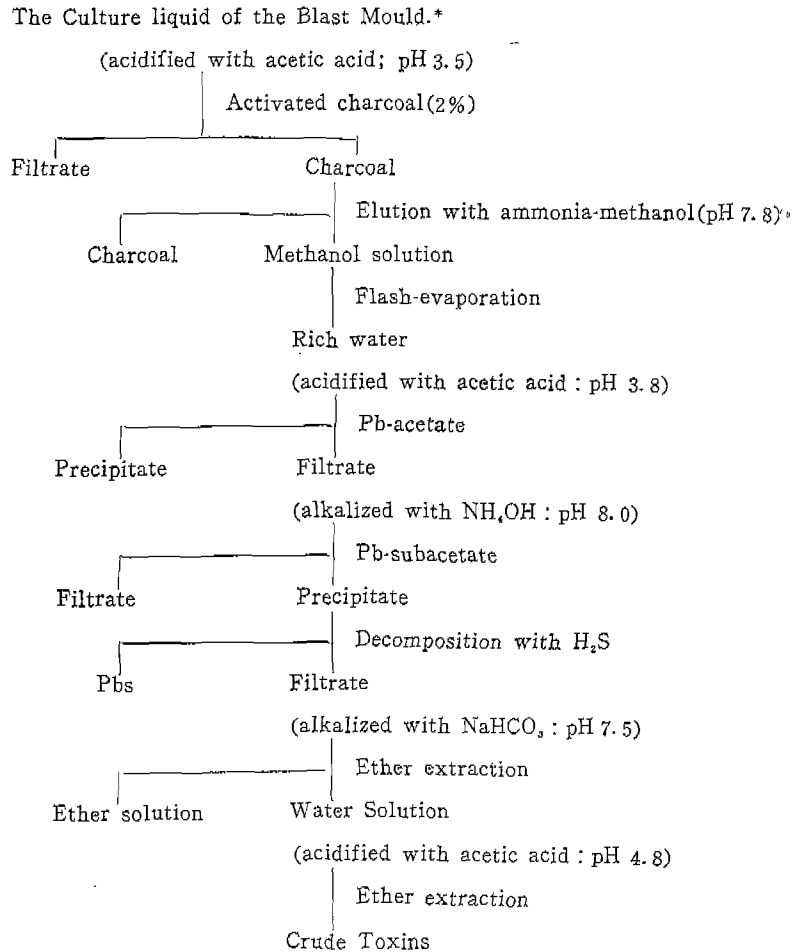
分離한 crude toxin을 paper chromatograph에 의하여 piricularin과 α -picolinic acid의 存在를 確認했다. 그 方法은 n-buthanol : 빙초산 : 물을 4 : 1 : 1의 比率로 混合한 展開溶媒를 써서 paper(Whatman No. 1)에 6時間동안 展開시킨후 24시간 동안 건조시켜서 분무를 하고 그 發色反應을 觀察하였다. 發色反應溶液으로는 FeCl₃의 2% 알코올溶液을 使用했다.

結 果

昇汞에 대한 耐性株

여러 가지 濃度の 昇汞에 대한 母菌株(T-2⁺)의 耐性을 조사한 結果(Table 2), 300ppm以上の 濃度에서

Table 1. Procedure for Isolation of Crude Toxins



*Period of incubation : 20 days. Temperature : 28°C

母菌株의 成長이 完全히 抑制되었다.

300ppm에서 약간의 成長을 나타냈으나 培養基上에 5mm 直徑으로 移植한 母菌株의 集落에서 출발한 것이므로 이것은 원래 成長으로 볼 수 없다.

Table 2. Tolerance of parental isolate(T-2⁺) of *Pyricularia oryzae* on potato-dextrose agar(P.D.A.) containing various concentrations of mercuric chloride

HgCl ₂ (ppm)	40	80	120	160	200	220	260	300	340
Colony(mm)	33	35	34	28	21	15	12	7	—

紫外線 照射時間이 9—11分에서 變異誘發可能性이 가장 높은 5% 生存率(전체 집단에 대한 生存率)을 나타

냈다. 여기에 形成된 集락 中 sector가 出現한 集락(14개)를 獲得하여 400ppm의 昇汞을 含有한 培養基上에 直徑 5mm의 크기로 잘라 移植하여 7日間 培養한 結果, 뚜렷한 成長을 나타낸 3菌株를 Ultraviolet Mutant-1 (UM-1), Ultraviolet Mutant-2 (UM-2), Ultraviolet Mutant-3(UM-3)로 各々 命名하여 그 耐性을 調査한 結果는 Table 3과 같다.

母菌株는 300ppm에서 成長이 完全히 抑制되나 UM-1은 700ppm, UM-2는 1,300ppm, UM-3는 900ppm까지 耐性을 나타냈다.

母菌株는 集락이 灰色을 띠면서 平坦한 圓을 나타내었고, UM-1은 集락이 灰白色을 띠며 菌사체가 어느정도 增殖하다가 거의 弱화된 단계에서 分生胞子를 形成하는에 反하여, UM-2는 集락이 짙은 灰色을 띠며 集락 中央으로부터 여러 갈래로 홈이 형성되면서 성글게

分生孢子를 形成시켰고, UM-3는 집락색깔은 UM-2와 비슷하나, 집락의 外殼부위에서만 밀집해서 分生孢자를 형성시켰다. 그러므로 UM-1, UM-2 및 UM-3는 모두 母菌株에 비해 優越하게 異秉에 耐性이 높은 變異株라고 할 수 있다. 또한 無藥劑培養基에 15代까지 繼代培養한 結果, UM-1, UM-2 및 UM-3는 모두 耐性이 持續되었다.

Table 3. A comparison of growth by parental(T-2⁺) and ultraviolet-induced tolerant (UM-1, UM-2, UM-3) isolates of *Pyricularia oryzae* on potato-dextrose agar containing various concentrations of mercuric chloride

Isolate HgCl ₂ (ppm)	parental colony (mm)	UM-1 colony (mm)	UM-2 colony (mm)	UM-3 colony (mm)
200	16	30	37	35
300	—	25	40	26
400	—	21	32	29
500	—	23	25	23
600	—	18	22	21
700	—	14	21	19
800	—	—	16	15
900	—	—	18	14
1,000	—	—	15	—
1,200	—	—	14	—
1,300	—	—	11	—

耐性株의 特性

母菌株(T-2⁺) 및 耐性株(UM-1, UM-2, UM-3)의 分生孢子發芽率을 調査하기 위하여 各 菌株을 7日間 培養하여 滅菌된 phosphate-buffer溶液(pH 6.1)을 9ml씩 부어서 分生孢子懸탁액을 만들어 2% water agar 培養基(寒天 200g, 증류수 1,000ml)에 0.1ml씩 均一하게 塗抹하여 24時間 후에 發芽된 分生孢자의 數를 調査하였다.

Table 4에 나타난 바와 같이 分生孢子發芽率은 UM-2와 UM-3가 비슷하였고, UM-1은 다소 뒤떨어졌다. 母菌株은 UM-2 및 UM-3에 비하여 10%정도 낮았다.

母菌株 및 耐性株들을 P.D.A. 培養基上에서 7日間 培養한 후 各 plate에 滅菌된 phosphate-buffer溶液(pH 6.1)을 9ml씩 부어서 分生孢자를 모아 hemacytometer로서 分生孢자의 數를 측정하였다.

Table 5에서 보는 바와 같이 UM-2와 UM-3는 큰 差異가 없었다. UM-1은 分生孢자의 形成率이 다른 耐

Table 4. A comparison of the percentage germination of conidia between parental (T-2⁺) and ultraviolet-induced tolerant (UM-1, UM-2, UM-3) isolates of *Pyricularia oryzae* on water agar

Isolate	parental (T-2 ⁺)	UM-1	UM-2	UM-3
Percentage germination of conidia (%) [*]	76	80	87	87

*Percentages were determined by examining 100 conidia from each of five plates after 24hr.

性株에 비해 매우 낮았다. 또한 母菌株은 UM-2 및 UM-3보다 分生孢자의 形成率이 높았다.

Table 5. A comparison of sporulation rate of conidia between parental and ultraviolet-induced tolerant isolates of *Pyricularia oryzae* on potato-dextrose agar

Isolate	parental	UM-1	UM-2	UM-3
Numbers of conidia per 1ml [*]	2.0×10 ⁸	0.3×10 ⁸	1.5×10 ⁸	1.4×10 ⁸

*Mean of five replicates from four separate experiments.

Piricularin의 生成

母菌株, UM-1, UM-2 및 UM-3의 毒素을 各 分離하여 paper chromatograph로 piricularin과 α-picolinic acid의 存在를 확인하였다(Table 6).

各 菌株들은 Rf(rate of flow)가 0.9경도에서 purple blue의 發色反應이 나타나서 piricularin을 確認하였고, Rf가 0.6경도에서 reddish brown의 發色反應이 나타남으로써 α-picolinic acid의 存在를 確認할 수 있었다.

母菌株과 耐性株들(UM-1, UM-2 및 UM-3)의 piricularin 生成量을 cup法에 의해 比較하였다.

試驗菌은 *Aspergillus niger*를 2% Glucose-czapek 培養基上에서 7日間 培養하여 形成된 孢자를 使用하였다.

검정배양기는 2% Glucose-czapek培養基(寒天 1.5%~2% 함유)를 下層에 20ml 붓고 上層培養基는 같은 2% Glucose-czapck培養基로 寒天이 0.8%~1.0% 함유된 soft培養基를 使用하였다.

7日間 培養한 *Aspergillus niger* 孢자를 各 10⁸포자/ml로 조절하여 4개의 검정배양기에 移植하고

Table 6. Paper-chromatography of piricularin and α -picolinic acid

Isolate Toxin Reaction	parental(T-2 ⁺)		UM-1		UM-2		UM-3	
	piricularin	α -picolinic acid	piricularin	α -picolinic acid	piricularin	α -picolinic acid	piricularin	α -picolinic acid
R.F. (rate of flow)	0.89	0.58	0.88	0.59	0.90	0.58	0.91	0.61
2% alcohol solution of FeCl ₃	purple-blue	reddish-brown	purple-blue	reddish-brown	purple-blue	reddish-brown	purple-blue	reddish-brown

均一하게 塗抹한 후, 直徑 5mm, 길이 7~8mm의 유리판을 넣고 그 안에 各各의 crude toxin을 0.1ml씩 피펫으로 넣고 37°C에서 24時間 培養하여 形成되는 阻止帶의 直徑으로써 比較하였다.

Table 7에서 보는 바와 같이 UM-2가 23~25mm로서 阻止帶가 가장 크게 나타났고 UM-3는 19~21mm, UM-1은 12~14mm, 母菌株(T-2⁺)는 10~12mm로서 阻止帶가 가장 작았다. 阻止帶의 直徑이 클수록 piricularin의 生成量이 많음을 意味하므로 UM-2가 가장 많은 piricularin을 生成한다는 것이 明確하다.

Table 7. Diameter of inhibited area of *Aspergillus niger* on glucose-czapek agar caused by crude toxins from parental and tolerant isolates of *Pyricularia oryzae*

Isolate	parental (T-2 ⁺)	UM-1	UM-2	UM-3
Inhibited area (mm)	10~12	12~14	23~25	19~21

菌株와 耐性株의 病原性

母菌株와 耐性株들의 病原性を 比較 觀察하기 위해 11개 벼品種을 온상에서 栽培하여 實驗하였다.

各 菌株의 分生孢子懸탁액 (10⁶分生孢子/ml)을 3.5~4葉期자란 11개의 벼 品種의 잎에 接種하여 포화습도를 유지한 humidity chamber에 24時間 처리한 후 온실에서 재배하여 7日 후 관찰하였다 (Table 8).

Table 8에서 보는 바와 같이 UM-2에 대해 11개 品種 모두가 感受性으로 나타나 病原性은 UM-2가 가장 높았다. UM-3에 대해서는 Te-tap 만이 中度感受性이었고 나머지 10개 品種은 感受性이었다. UM-1은 Te-tap 및 Tadukan에 中度感受性を 보였고 나머지 9개 品種에 感受性이었다. 그러므로 耐性株들은 母菌株보다 강한 病原性を 지녔고 病原力の 순서는 UM-2 > UM-3 > UM-1 > 母菌株(T-2⁺)이었다.

Table 8. Pathogenic reactions of 11 different rice varieties to parental(T-2⁺) and mercuric chloride tolerant(UM-1, UM-2, UM-3) isolates of *Pyricularia oryzae* in the green house

Variety	Reaction of isolate*			
	parental (T-2 ⁺)	UM-1	UM-2	UM-3
Te-tap	R	M	S	M
Tadukan	M	M	S	S
Tongil	S	S	S	S
Jinheung	S	S	S	S
Usen	S	S	S	S
Chokoto	S	S	S	S
Yakeiko	S	S	S	S
Kanto 51	S	S	S	S
Norin 20	S	S	S	S
Norin 22	S	S	S	S
Ginga	S	S	S	S

*R=resistant M=moderately susceptible S=susceptible

論 議

稻熱病菌에 紫外線을 照射한 結果, 獲得된 變異株의 昇汞에 대한 耐性은 다양했다. Hwang과 Chung (1977)이 Bla-s에 대한 耐性株에서 報告했듯이 昇汞에 대한 耐性도 母菌株와 대단히 큰 差異로 나타났다.

Chien(1964)이 昇汞에 대한 耐性實驗에서 母菌株의 耐性이 90ppm이었고, 昇汞을 添加한 培養基에서 連續 培養한 結果 獲得된 耐性이 400ppm까지 있었는데 反하여 本 研究에서는 이미 母菌株는 300ppm까지 耐性을 지니었고, 紫外線 照射에 의해 誘發된 變異株들 중 UM-2는 1,300ppm까지 耐性을 지니고 있었다. 이와 같이 母菌株에서 Chien의 調査때 보다 더 높은

耐성을 가지고 있었던 것은 勿論, race 間의 差異도 無視할 수 없다.

著자가 아는 限 稻熱病菌의 毒素分離에 대한 研究는 前記한 바와 같이 外國에는 많은 예가 있으나 우리나라에서는 아직 없었다.

또한 小笠原(1956) 등이 piricularin의 定量法을 開發한 후 日本 稻熱病菌의 piricularin生成量을 測定한 예는 많으나, 紫外線에 의해 誘發된 耐性變異株의 piricularin의 生成量을 調査한 예는 아직 없다.

母菌株(T-2⁺)에서 誘發된 耐性株들의 piricularin 生成量은 제각기 달랐다. 또한 가장 강한 耐성을 나타낸 UM-2가 piricularin生成量에서도 가장 많았고 耐性度の 順位와 piricularin 生成量의 順位가 一致하는 關係가 나타났다. Tamari 등(1953)이 指摘한 바와같이 piricularin의 生成量이 많은 race일 수록 病原性이 높았다. 또한 Chien(1964)이 報告한 바와같이 昇汞에 耐성이 높을수록 病原性도 강했다.

Hwang과 Chung(1977)에 의하면 Bla-s의 耐性株는 母菌株보다 分生胞子の 形成率이 높았다고 보고했는데 昇汞의 耐性株는 多少 差異가 있었다. 耐性株들은 母菌株(T-2⁺)보다 分生胞子の 形成率이 낮았고 UM-1은 UM-2(1.5×10^5 /ml) 및 UM-3(1.4×10^5 /ml)보다 훨씬 낮은 0.3×10^5 /ml 이었다. 分生胞子の 發芽率에서 UM-1(80%)은 UM-2(87%), UM-3(87%)보다 多少 낮으나 發芽의 成長이 母菌株(T-2⁺), UM-2, 및 UM-3보다 너무 느려 分生胞子の 形成率이 顯著하게 낮았던 것을 보면 營養要求性 變異株인 것 같았다. 이와같이 UM-1으로 말미암아 耐性도와 分生胞子の 形成率과는 어떤 相關關係를 찾기가 곤란했다.

UM-2와 UM-3는 서로 비슷한 特徵을 많이 가지나 發芽의 形態, piricularin의 生成量 및 病原性등을 보면 同一한 race로 判定하기에는 困難하였다.

또 耐性發達에 대한 頻도는 매우 낮으나, 自然的으로 昇汞에 대한 耐성이 增加된 것을 보면 自然集團에서 耐성이 發達될 可能性도 排除할 수 없다.

稻熱病菌의 自然集團에서 이와같은 狀況이 發生되어 耐성이 나타난다면, 傳染病學的으로 深刻한 問題가 擡頭될 것이다. 그러므로 稻熱病菌에 있어서 自然的으로 耐성이 發達되어가는 기작(mechanism), 씨에 대한 反應 및 그 對策을 계속적으로 研究하여야 할 것이다.

摘 要

多收穫 벼 品種인 통일(IR667-98)의 病斑에서 抽出한 稻熱病菌(T-2⁺ race)을 使用하여 紫外線照射로 變異를 誘發시켜 昇汞(mercuric chloride)에 대한 耐

성을 potato-dextrose agar培養基에서 調査하였다.

母菌株(T-2⁺)의 昇汞에 대한 耐성이 300ppm이었고 紫外線照射에 의해 誘發된 變異株들은 UM-1이 700 ppm, UM-2가 1,300ppm, UM-3가 900ppm까지 耐성을 지니고 있었다. 耐性發生頻도는 $0.3 \times 10^{-6} \sim 0.4 \times 10^{-6}$ 이었다. 獲得된 耐性株는 15代以上 無藥劑培養基上에서 繼代培養하였어도 계속 高度의 抵抗性を 維持하였고, 分生胞子形成率은 母菌株보다 낮았고 分生胞子の 發芽率은 多少 높았다. 耐性株들의 耐性도와 分生胞子の 形成率은 UM-1 때문에 어떤 相關關係를 찾기가 困難했다. 母菌株 및 耐性株들(UM-1, UM-2 및 UM-3)의 piricularin 및 α -picolinic acid를 分離하여 paper chromatograph로 確認하였다. 母菌株와 耐性株들의 piricularin을 各各 cup法에 의한 方法으로 그 生成量을 比較하였던 結果, UM-2 > UM-3 > UM-1 > 母菌株이었다. 母菌株와 耐性株들의 病原性을 比較한 結果, UM-2 > UM-3 > UM-1 > 母菌株이었다. 昇汞의 耐性도와 病原性과의 사이에는 耐성이 높을수록 病原性이 강했다. 昇汞의 耐性도와 piricularin의 生成量과의 사이에는 耐성이 높을수록 piricularin의 生成량이 많다는 密接한 關係가 나타났다. Piricularin의 生成量과 病原性 사이에는 piricularin의 生成량이 많을수록 病原性이 강하다는 密接한 關係가 나타났다. 紫外線에 의한 耐性發達은 實驗室內에서 매우 희박하였으나 稻熱病菌의 自然集團內에서 이와같은 優越한 特性을 지닌 耐性菌이 發生할 경우 實際的인 防除에 어려움을 가져올 것이다.

參 考 文 獻

- Chien, C.C. 1964. Studies on the Drug resistance of *P. oryzae* against Mercuric chloride. *J. Taiwan Agr. Res.* 13 (3): 44-50.
- Chung, H.S. 1974. New races of *Pyricularia oryzae* in Korea. *Kor. J. Pl. Prot.* 13(1): 19-23.
- 繁村 親, 北村英一. 1954. 日印水稻の交配によるイモチ病抵抗性品種の育成. *農業技術*, 9: 37-39.
- Hwang, B. K. and H. S. Chung. 1977. Acquired tolerance to Blastocidin-s in *Pyricularia oryzae*. *Phytopathology*, 67 (3): 421-424.
- 伊藤隆二. 1955. 抵抗性品の利用. *農業改良*, 5: 41-44.
- Nakamura, H. and H. Sakuri. 1968. Tolerance of *Pyricularia oryzae* to Blastocidin-s. *Bull. Agri. Chem. Inspect. Sin.* 8: 21-25.
- 小笠原長宏, 加治 順, 玉利勲治郎. 1956. 稻熱病に關する生化學的研究(第5) Piricularinの定量法. *農化*, 31(7): 460-463.
- 鈴木權碩. 1962. いもち菌の藥劑耐性(摘要). *日植病報*, 27(2): 85.
- Tamari, K. and J. Kaji. 1953. On the Biochemical studies of the Blast disease of the Rice plant. Part 1. Studies on the Toxins produced by Blast Mold. *農化*, 23(3): 254-

- 258.
- Uesugi, Y., M. Katagiri and K. Fukunaga. 1969. Resistance in *Pyricularia oryzae* to antibiotics and organophosphorus Fungicides. *Bull. Nat. Inst. Agric. Sci. Tokyo C.* 23: 93—112.
- 氏原光二, 西尾敏男, 田邊 深. 1955. 外國稻利用による高度稻熱病耐性品種の育成に関する研究. *愛知農試報*. 10: 135—144.
- 山崎義人, 土屋 茂. 1951. イモチ病菌の遺傳學的研究. I. 硫酸銅加用培養基上に出現した變異體とその硫酸銅耐性の變異. *遺傳雜*. 26: 224.
- 山崎義人, 崎訪隆之. 1953. イモチ病菌の遺傳學的研究. VI. 硫酸銅加用培養基上に出現した炭素代謝に關係ある生化學的變異體. *遺傳雜*. 28: 192—193.
- 山崎義人, 村田伸夫. 1963. いもち病菌において放射線により誘發された炭糞要求突然變異と病原性. *日植病報*. 28: 27.
- 山宏義人, 新開稻夫. 1966. いもち病菌の變異に関する研究(II). *農薬技術研究所報告 D.* 14: 1—24.
- 吉井 信. 1941. 稻熱病抵抗性に関する研究. IV. 稻熱病に對する籾の品種抵抗性と葉片の強硬度珪酸並びに窒素含量との關係. *日植病報*. 11(2): 81—87.
- (1979년 4월 30일 접수)