

水稻不同品種對除草劑伏寄普之忍受性差異

黃秀鳳 張新軒 蔡文福

國立台灣大學 農藝系

摘 要

本研究以水稻不同品種為對象，另以一些具有敏感性或忍受性之植物參與比較，經伏寄普 (fluazifop-butyl) 葉面噴施後，發現闊葉植物之生長不受影響，禾本科植物除紅狐草外，地上部鮮重均明顯下降。水稻處理伏寄普後各品種間之反應有明顯差異，其中最敏感品種鵝卵石與最具忍受性品種新竹烏腳尖之生物檢定 GR_{50} 相差 3.9 倍。在水稻莖頂切片觀察上，敏感性品種鵝卵石葉面噴施伏寄普 0.15 kg ai/ha 後 2 天，葉鞘基部即出現明顯壞疽，而忍受性品種新竹烏腳尖雖其莖頂生長點受損，但在第 12 天後會因側芽出現而存活。

關鍵詞：伏寄普、水稻、敏感性、忍受性

Differential Tolerances of Rice Varieties to Fluazifop-Butyl

Shu-Fong Huang, Shin-Shing Chang, and Wen-Fu Tsai

*Department of Agronomy, National Taiwan University,
Taipei, Taiwan, ROC*

伏寄普 (fluazifop-butyl) 為一種禾本科植物之除草劑。其對禾本科植物之毒性低，且對動物毒性低，為現今重要之藥劑。台灣主要登記在大豆或蔬菜園

區防除牛筋草(*Eleusine indica*)、稗草及其他禾本科雜草。本試驗的主要以不同品種水稻為研究對象，另以一些具有敏感性或忍受性之植物參與比較，經伏寄普葉面噴施後，比較其對伏寄普反應之差異。

材料與方法

取禾本科及闊葉植物的種子共 60 餘種，經 1% 次氯酸鈉消毒後，洗淨、播種於盆鉢 ($10 \times 10 \times 10 \text{ cm}^3$) 上，三重複並置於玻璃溫室，待幼苗長至 3~4 葉齡，分別噴施不同濃度的伏寄普 (台灣省農會附設各級農會農化廠出品之新萬帥 17.5% 乳劑)，調查及紀錄植株的反應，特別是葉片黃化及生長點受損程度，二星期後再收取植株測量其鮮重。

水稻品種在初步篩選試驗中發現某些品種對伏寄普具有忍受性，因此自國家種原庫提供包括有亞倫、短廣花螺、烏朮等 36 種台灣舊有水稻品種。經消毒浸種後，先以條播方式播種於水稻育苗盤中，每一育苗盤分成 10 行條播 10 品種，每一條帶約播 20 粒種子為一重複，每品種三重複，待植株長至第二完全葉展開時，噴施 0.15 kg ai/ha 的伏寄普 7 天後，以目測方式 (植株反應分為 5=正常、4=矮化、3=黃化、2=壞疽、1=枯死等五級)。挑選出較具忍受性與敏感性品種，再進行相同試驗，但伏寄普改為 0、0.15、0.3 kg ai/ha 三種濃度，並且依據植物保護手冊⁽²⁾ 推薦每公頃稀釋水量為 600 公升，計算抑制植株生長量達 50% 之伏寄普噴施劑量 (GR_{50} 值)。

取水稻新竹烏腳尖、鵝卵朮及台農 67 號等品種之種子經消毒浸種後，播種於盆鉢並置於玻璃溫室，待植株長至 3~4 葉齡，分別噴施不同濃度 (0、0.15、0.3 kg ai/ha) 的伏寄普，於處理後 0、3、6、9 天取樣植株，去除葉片及根部後只留靠近稈生長點附近約 3~4 cm 長度，置於解剖顯微鏡下切除多餘之葉鞘及根後，放入 FAA 固定液 (內含 5 ml formalin、5 ml 冰醋酸及 90 ml 50% 酒精) 中 4 小時，以 50% 酒精沖洗約 30 分鐘，將材料逐步置於 t-butanol 和 95% alcohol 系列下脫水，再經埋蠟步驟完成蠟塊後，以轉動式切片機 (rotary microtome) 進行厚度為 10 μm 之切片，再經乾燥、染色 (以 safranin 與 hematoxylin 為染劑)、溶蠟、封片等步驟後，於顯微鏡下觀察並利用影像擷取方式照相。

結果與討論

伏寄普在一般大豆及蔬菜田區之噴施量分別為 0.17 及 0.26 kg ai/ha⁽²⁾，本研究採用 0、0.15、0.3 kg ai/ha 三種劑量處理，這三種劑量處理對鬼針草

(*Bidens bipinnata* L.)、酸模 (*Rumex acetosa* L.)、香附子(*Cyperus rotundus* L.)、短葉水蜈蚣 (*Kyllinga brevifolia* Rottb.)、球花蒿草 (*Cyperus difformis* L.) 等闊葉植物之影響不明顯，其生長量反而增加 4~58% 之促進效果 (表 1)；其中鴨舌草 (*Monochoria vaginalis* Presl.) 因本身生長勢較遲緩，伏寄普噴施僅會使其生長量減少 15~20% 而無明顯病徵。

禾本科植物除紅狐草外對伏寄普頗為敏感，0.15 kg ai/ha 處理 14 天後鮮重皆明顯減少，其中紅燕麥 (*Avena byzantina*)、珍珠粟 (*Pennisetum typhoides*)、小米 (*Setaria italica*) 等在噴施 0.3 kg ai/ha 14 天後鮮重更明顯減少 90% 以上，且植株生長點有明顯壞疽、花青素累積等病徵，這些結果與 Chow and LaBerge (1978)⁽⁸⁾、Hoerauf and Shimabukuro (1979)⁽¹⁶⁾ 及 Donald and Shimabukuro (1980)⁽¹¹⁾ 等以 diclofop-methyl 處理野燕麥之反應相同。

AOPP 族除草劑一般配製成酯式 (ester form)，經由葉面或根部吸收後快速水解為具有植物毒性之酸式 (acid form)，再經過篩管運送至莖端、根尖等分生組織累積，而只要微量酸式即會造成壞疽現象^(5,15,20)。本族除草劑之吸收快速，雖可經由篩管運輸，但輸導效率卻很低，吸收進入葉片之藥劑約有 90% 以上仍留在吸收部位^(10,14,23,24)，葉面噴施後不論禾草或闊葉草其吸收與輸導並無明顯差異⁽⁵⁾。

Snipes 和 Street (1987)⁽²⁸⁾ 指出稻田處理 0.1~0.2 kg ai/ha fenoxaprop-ethyl 可有效防除水田中二葉齡至分蘗期之稗草並增加稻米產量，但 Smith (1988)⁽²⁷⁾ 認為水稻幼苗太小 (約三至七葉齡) 或使用劑量太高 (0.2~0.4 kg ai/ha)，則水稻本身亦會造成顯著傷害。本試驗發現水稻不同品種間對伏寄普之反應有顯著差異，台中 65 號、台南 5 號、台東 29 號及台中在來 1 號等較具忍受性，而新竹 64 號、嘉農 242 號及台農私 20 號等較為敏感 (表 1)。較具忍受性品種與敏感性品種在處理 0.15 kg ai/ha 伏寄普 14 天後其鮮重減少程度相差 2.27~1.46 倍。

由於水稻品種間對伏寄普的反應有明顯差異，且私稻比粳稻具忍受性，因此由國家種原庫提供 40 個舊有水稻品種進行以 0.15 kg ai/ha 伏寄普處理之初步篩選，結果發現鵝卵石、白殼米、紅腳米、白米及青稈米等私糯品種與白米粉、白殼、高腳柳州、清流、敏黨、暹暹、低腳敏黨、天來及宜蘭種等 9 個私稻品種，處理後 7 天，植株即明顯枯萎；而烏殼、菜園種、蟻公包、新竹烏腳尖等 4 個私稻品種較具忍受力，於處理後 7 天，植株仍無明顯傷害徵狀出現；另外亞崙、花螺、柳州、柳頭仔、格仔、青果占、台

表 1. 不同植物處理伏寄普 14 天後，植株鮮重之變化情形。

Table 1. The fresh weight (% of control) in the various rates of fluazifop-butyl at 14 days after treatment.

Plant species	Fluazifop-butyl rate (kg ai/ha)		
	0	0.15	0.3
花生台南 11 號(<i>Arachis hypogaea</i> L. cv. Tainan10)	100	107.5	101.2
大豆十石(<i>Glycine max</i> L. cv. Shyr-Shi)	100	124.3	142.6
苜蓿 (<i>Medicago sativa</i> L.)	100	100.8	103.1
小油菜(<i>Brassica campestris</i> L.)	100	92.8	93.6
鬼針草(<i>Bidens bipinnata</i> L.)	100	111.2	112.4
酸模(<i>Rumex acetosa</i> L.)	100	105.9	103.9
野苋菜(<i>Amaranthus viridis</i> L.)	100	114.3	101.3
香附子(<i>Cyperus rotundus</i> L.)	100	158.9	116.9
短葉水蜈蚣(<i>Kyllinga brevifolia</i>)	100	117.6	113.3
球花蒿草(<i>Cyperus difformis</i> L.)	100	90.5	100.6
鴨舌草(<i>Monochoria vaginalis</i>)	100	80.6	84.8
黑麥草(<i>Lolium rigidum</i>)	100	35.7	27.7
紅燕麥(<i>Avena byzantina</i>)	100	10.0	4.7
高狐草(<i>Festuca arundinacea</i>)	100	26.1	13.6
紅狐草(<i>Festuca rubra</i> L.)	100	80.9	58.9
珍珠粟(<i>Pennisetum typhoides</i>)	100	14.0	6.6
高粱台中 3 號(<i>Sorghum bicolor</i> cv. Taichung 3)	100	45.8	36.7
小米(<i>Setaria italica</i>)	100	21.2	8.1
蘇丹草(<i>Sorghum sudanense</i>)	100	19.0	16.2
蒼苡，台中選育 1 號 (<i>Coix lacryma-jobi</i> cv. Taichung 1)	100	40.1	34.4
玉米台南 17 號(<i>Zea mays</i> L. cv. Tainan 17)	100	28.6	23.6
玉米台農 1 號 (<i>Zea mays</i> L. cv. Tainung 1)	100	23.8	18.9
小麥，台中選 1 號 (<i>Triticum aestivum</i> L. cv. Taichung 1)	100	28.3	18.7
水稻，台中 65 號(<i>Oryza sativa</i> L. cv. Taichung 65)	100	39.5	32.5
台南 9 號(Tainan 9)	100	36.5	30.8
台東 29 號(Taitung 29)	100	26.8	22.6
台南 5 號(Tainan 5)	100	33.8	28.1
新竹 64 號(Hsinchu 64)	100	23.4	19.7
台農 67 號(Tainung 67)	100	35.9	27.8
嘉農 242 號(Chianung 242)	100	24.1	18.9
台中在來 1 號(Taichung Native 1)	100	35.2	33.7
台中私糯 1 號(Taichung Sen Glutinous 1)	100	33.0	18.4
台農私 20 號(Tainung Sen 20)	100	22.8	16.2
Nova	100	19.4	21.3
Basmati	100	33.3	26.1
Katy	100	44.0	25.9
Lemont	100	41.2	25.6
LSD _{0.05}		10.21	12.82

中紅米仔、水浸種、白殼格子及烏尖等 10 品種稍具忍受性 (表 2)。

由上述初步篩選之烏殼、新竹烏腳尖等 5 個較具耐性與鵝卵朮、天來、水浸種等 6 個較具敏感性品種，培養至第二葉展開時進行不同濃度藥劑處理，低濃度 0.15 kg ai/ha 伏寄普處理後 14 天，水稻各品種鮮重皆減少 50% 以上，其中鵝卵朮、新竹烏腳尖的鮮重分別減少 80 及 48% (表 3)。天來、鵝卵朮等噴施伏寄普後植株生長明顯受阻，主稈生長點未展開葉枯萎且原第一、二展開葉片亦有黃化枯萎現象 (圖 1B、C、D)；除草劑處理後烏殼鮮重亦明顯降低，為對照組 34%，但外觀上並無明顯傷害徵狀 (圖 1A)；新竹烏腳尖為所有測試水稻品種中最具忍受性者，處理後僅初生葉先端受損，根部及未展開葉仍保持正常 (圖 1E、F)。各水稻品種之 GR_{50} 分佈於 0.2~0.8 mM 之間，鵝卵朮、白殼朮、白朮及青稿朮等糯稻品種與白米粉、白殼、高腳柳州、清流、敏黨等秈稻品種對伏寄普較為敏感，其 GR_{50} 約為 0.2 mM；而菜園種、蟻公包、新竹烏腳尖等秈稻品種則較具忍受性，其 $GR_{50} > 0.32$ mM，其餘則為中等反應，其中最敏感之鵝卵朮與最具忍受力之新竹烏腳尖相差 3.9 倍。

水稻莖葉之分生組織屬於 intercalary meristems，與大多數之單子葉植物相同，即分生組織位於葉鞘基部。新竹烏腳尖在處理 0.3 kg ai/ha 伏寄普 4 天後，其莖端分生組織 (shoot apical meristem) 已明顯受損，看不見有新的葉原體 (leaf primordium) 出現，且原有新葉之基部呈現褐色壞疽，維管束組織 (vascular tissue) 細胞排列凌亂且有一些細胞破裂只剩空腔 (圖 2B)；在噴藥後第 8 天不論 0.15 或 0.3 kg ai/ha 處理者，其莖端分生組織已完全受損並出現明顯壞疽，但基部卻出現明顯之次生根原體 (lateral root primordium) (圖 2B、D)；以 0.15 kg ai/ha 伏寄普處理後 12 天，原莖端分生組織已壞疽，但在基部卻出現明顯的側生芽點，並長出健康的側芽 (圖 2C)。

水稻品種台農 67 號在伏寄普 0.15 kg ai/ha 處理後第 4 天，其莖端生長點即看不到葉原體之構造，到了第 8 天整個葉鞘基部已呈現明顯褐化壞疽，並且連次生根原體部位也嚴重受損 (圖 3B)；另外，伏寄普 0.3 kg ai/ha 處理者其生長部位受損情況與較低濃度處理者相似 (圖 3C)，由此可見水稻台農 67 號對伏寄普敏感，只要低濃度處理植株就會嚴重受損。水稻鵝卵朮莖端分生組織受害情形與台農 67 號相似且更為敏感，在處理後 2 天莖端生長點即會出現明顯壞疽 (圖 4B)，第 6 天時整個生長點部位已明顯褐化，且髓部細胞大多破裂，甚至細胞壁構造也瓦解 (圖 4C)；高濃度 0.3 kg ai/ha 處理

表 2. 水稻各品種噴施伏寄普後 7 天，植株之反應*情形。

Table 2. The tolerant level of rice varieties at 7 days after 0.15 kg ai/ha fluazifop-butyl treatment.

Rice variety	Tolerant level	Rice variety	Tolerant level
白米粉(Bor-Mii-Fen)	1	天來(Tian-Lai)	2
白殼((Bor-Ko)	1	水浸種(Shui-Jinn-Jong)	4
亞崙(Yah-Luen)	4	宜蘭種(Yi-Lan-Jong)	2
花螺(Hua-Luo)	4	白殼格子(Bor-Ko-Jie-Ya)	4
短廣花螺(Doan-Goang-Hua-Luo)	3	敏黨(Miin-Daang)	1
柳州(Leou-Jou)	4	低腳敏黨(Di-Jean-Miin-Daang)	1
高腳柳州(Gau-Jeau-Leou-Jou)	1	暹暹(Siam)	3
柳頭仔(Leuo-Tou-Ya)	4	霜降(Shuang-Shyang)	2
格仔(Jie-Ya)	4	鴨母種(Ya-Muu-Jong)	3
烏殼(Wu-Ko)	5	紅腳朶(Horng-Jean-Chu)	2
烏尖(Wu-Chien)	3	鵝卵朶(O-Loan-Chu)	1
低腳烏尖(Di-Jeau-Wu-Chien)	3	白殼朶(Bor-Ko-Chu)	1
烏殼清油(Wu-Ko-Ching-You)	3	白朶(Bor-Chu)	1
清流(ching-Liou)	1	赤殼朶(Chyh-Ko-Chu)	2
菜園種(Tsay-Yuan-Jong)	5	青稿朶(Ching-Gao-Chu)	1
青果占(Ching-Guoo-Jan)	4	烏殼朶(Wu-Ko-Chu)	3
蟻公包(Yii-Gong-Bau)	5	烏尖朶(Wu-Chien-Chu)	4
台中紅米仔	4	新竹烏腳尖	5
(Taichung Horng-Mii-Ya)		(Hsinchu Wu-Chueh-Chien)	

* 噴施 0.15kg/ha 伏寄普處理後 7 天，以目測法將植株反應分為 5=正常、4=矮化、3=黃化、2=壞疽、1=枯死等五級。

* The tolerant levels of rice varieties at 7 days after 0.15 kg ai /ha fluazifop-butyl treatment were visually measured as following 5 scales, where 5= normal, 4= drawf, 3= colorless, 2= necrosis, 1= dead.

表 3. 水稻各品種處理伏寄普後鮮重變化(以未處理對照組鮮重 g/20 株為 100) 及 GR₅₀ 值。

Table 3. The fresh weight (% of control) and GR₅₀ of rice varieties with fluazifop-butyl treatment.

Rice variety	Fluazifop-butyl rate (kg ai/ha)			GR ₅₀ *
	0	0.15	0.3	(mM)
烏殼(Wu-Ko)	100	34.42	35.84	0.232
菜園種(Tsay-Yuan-Jong)	100	43.00	36.33	0.347
蟻公包(Yii-Gong Bau)	100	41.18	36.00	0.338
天來(Tian-Lai)	100	21.09	22.04	0.204
水浸種(Shui-Jinn-Jong)	100	27.56	28.17	0.224
暹邏(Siam)	100	25.25	28.70	0.220
鵝卵朮(O-Loan-Chu)	100	20.04	20.09	0.201
白殼朮(Bor-Ko-Chu)	100	27.20	24.75	0.217
赤殼朮(Chyh-Ko-Chu)	100	27.06	31.28	0.227
烏尖朮(Wu-Chien-Chu)	100	27.62	31.05	0.227
新竹烏腳尖 (Hsinchu Wu-Chueh-Chien)	100	52.05	44.70	0.785
LSD _{0.05}		10.50	7.69	0.081

* GR₅₀ = 抑制植株生長量達 50% 之伏寄普噴施劑量，以植物保護手冊推薦每公頃稀釋水量為 600 公升計算。

* GR₅₀ = amount of fluazifop-butyl required for 50% of growth reduction in rice fresh weight as compared with control (100%), and the rate of this herbicide diluted in 600 l/ha of spray volume (water).

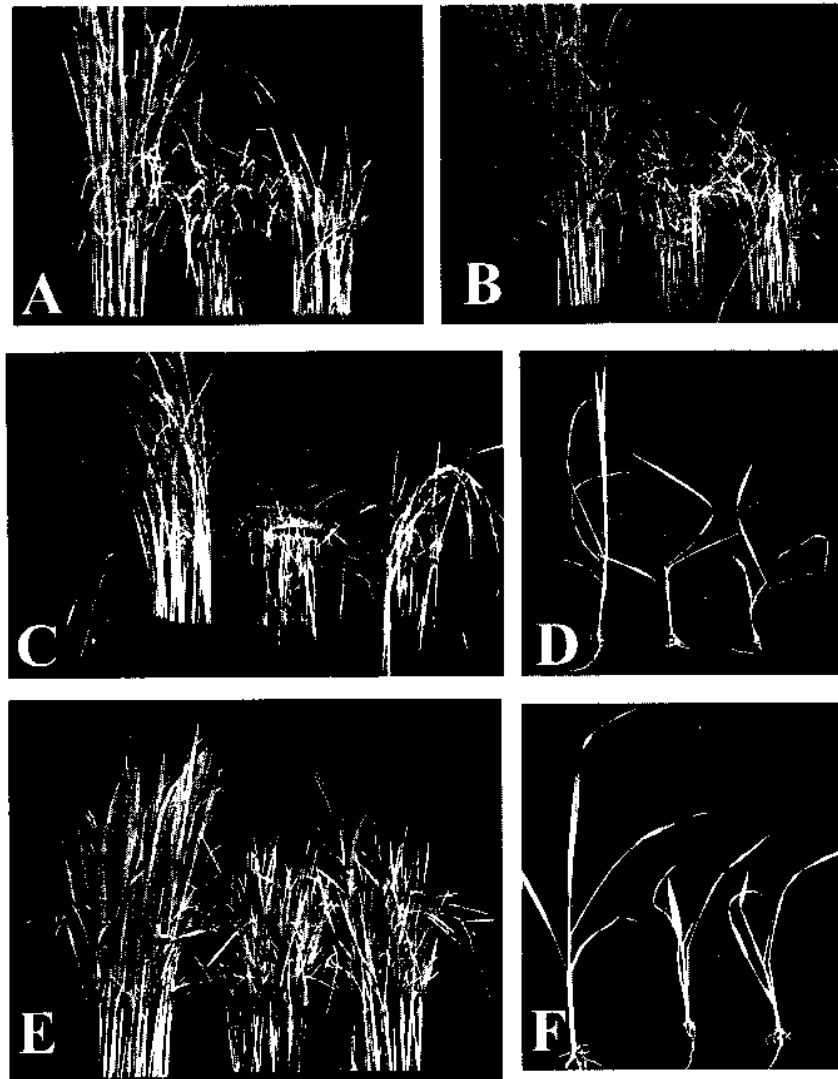


圖 1 水稻各品種噴施伏寄普 14 天後反應情形。A 至 F 各伏寄普濃度由左至右分別為 0, 0.15, 0.3 kg ai/ha。(A)烏穀，(B)天來，(C, D) 鵝卵石，(E, F) 新竹烏腳尖。

Fig. 1. The effect of fluazifop-butyl on rice varieties 14 days after treatment. Left to right: untreated, 0.15, 0.3 kg ai/ha fluazifop-butyl. Rice variety: (A) Wu-Ko, (B) Tian-Lai, (C, D) O-Loan-Chu, (E, F) Hsinchu Wu-Chueh-Chien.

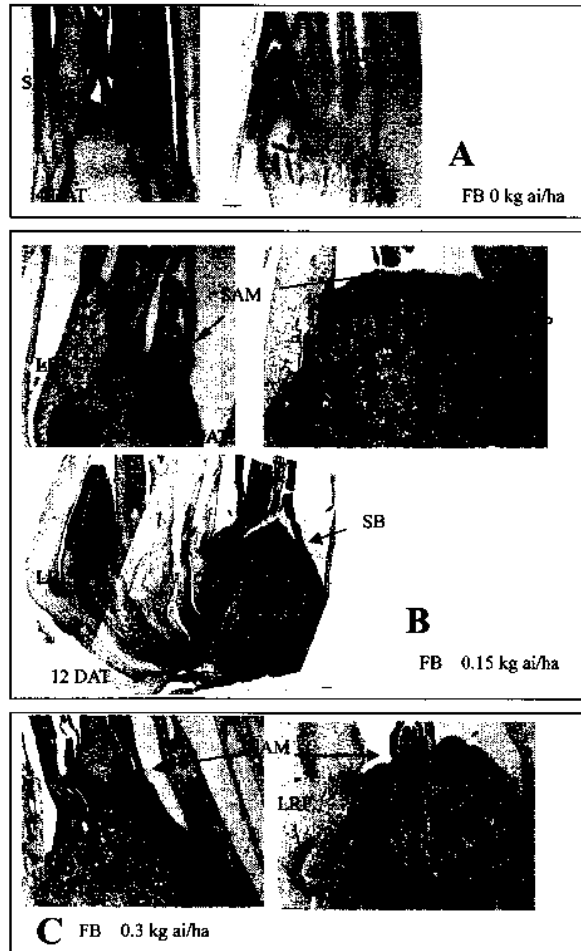


圖 2 水稻烏腳尖處理不同劑量伏寄普後，莖頂生長點之縱切面圖。圖中黑色橫線長度為 0.1mm，FB 為 fluazifop-butyl，DAT 為伏寄普施後天數，SAM 為莖端生長點，LP 為葉原體，VS 為維管束組織，LRP 為次生根原體，LB 為側芽，SB 葉鞘基部。

Fig. 2. Fig.2. The longitudinal section of growth point in rice variety (Hsinchu Wu-Chueh-Chien) treated with the various rates of fluazifop-butyl. Bar = 0.1 mm, FB: fluazifop-butyl, DAT: day after treatment, SAM: shoot apical meristem, LP: leaf primordium, VS: vascular tissue, LRP: lateral root primordium, LB: lateral bud, SB: sheath base.

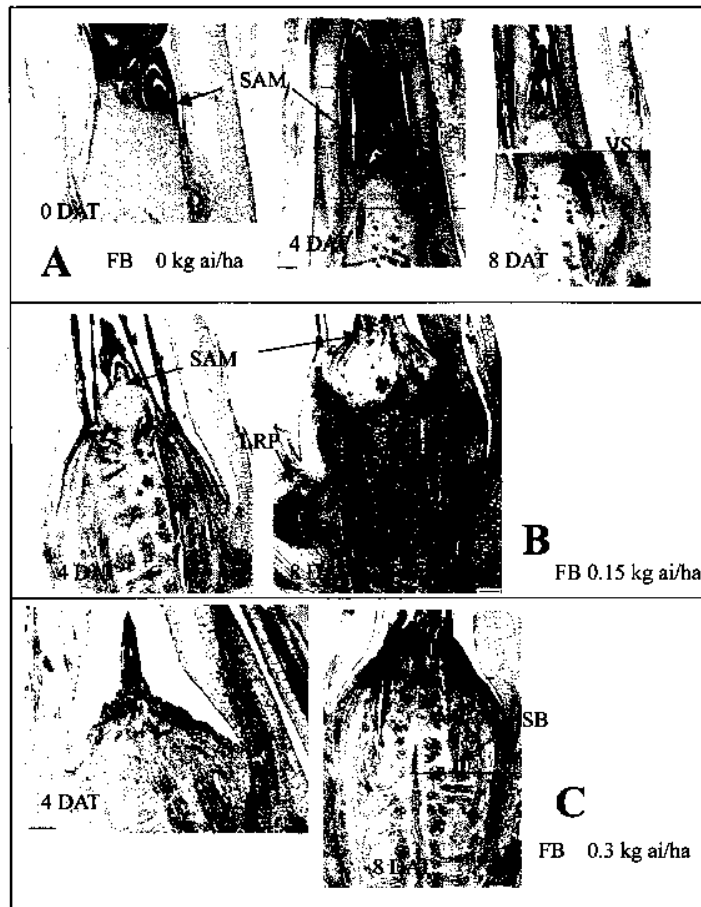


圖 3 水稻台農 67 號處理不同劑量伏寄普後，莖頂生長點之縱切面圖。圖中黑色橫線長度為 0.1mm，FB 為 fluzifop-butyl，DAT 為伏寄普噴施後天數，SAM 為莖端生長點，VS 為維管束組織，LRP 為次生根原體，SB 為葉鞘基部。

Fig. 3. The longitudinal section of growth point in rice variety (Tainung 67) treated with the various rates of fluzifop-butyl. Bar = 0.1mm, FB: fluzifop-butyl, DAT: day after treatment, SAM: shoot apical meristem, VS: vascular tissue, LRP: lateral root primordium, SB: sheath ba...

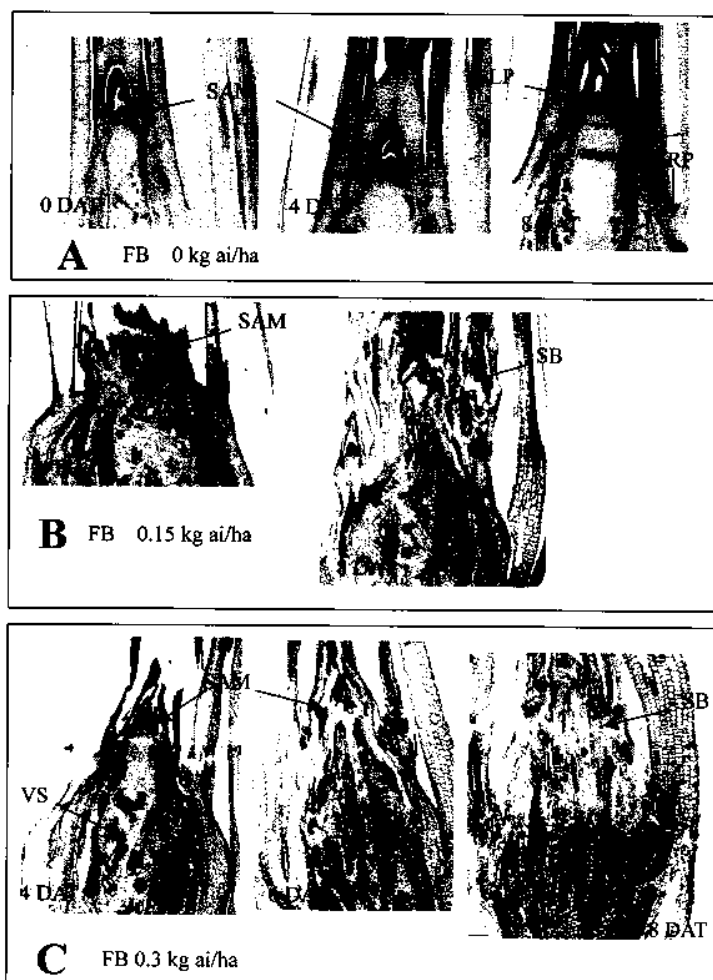


圖 4 水稻鵝卵米處理不同劑量伏寄普後，莖頂生長點之縱切面圖。圖中黑色橫線長度為 0.1mm，FB 為 fluazifop-butyl，DAT 為伏寄普噴施後天數，SAM 為莖端生長點，LP 為葉原體，VS 為維管束組織，LRP 為次生根原體，SB 為葉鞘基部。

Fig. 4. The longitudinal section of growth point in rice variety (O-Loan-Chu) treated with the various rates of fluazifop-butyl. Bar = 0.1mm, FB: fluazifop-butyl, DAT: day after treatment, SAM: shoot apical meristem, LP: leaf primordium, VS: vascular tissue, LRP: lateral root primordium, LB: lateral bud, SB: sheath base.

者生長點受損情形與低濃度處理者相似，皆於處理後第 8 天葉鞘基部出現明顯水浸狀的受損現象 (圖 4C、D)。

在水稻莖頂切片觀察上，鵝卵石及台農 67 號在伏寄普處理後，整個葉鞘基部已呈現明顯褐化壞疽，較具忍受性品種新竹烏腳尖在處理後，因基部出現明顯的側生芽點而存活。此與 Hosaka 等⁽¹⁹⁾ 以玉米幼苗為材料，處理 0.2 kg ai/ha sethoxydim 後 3 天，其新葉基部即有不規則排列與液胞化之細胞出現，5 天後整個莖端生長點細胞完全呈壞疽現象之結果相似。

在大麥以 1 μ M 處理⁽²⁹⁾ 及玉米以 1 μ M sethoxydim 處理⁽¹⁸⁾ 24 小時，由根尖切片觀察得知，根冠附近之細胞有絲分裂已明顯減少並有大型液胞出現；另外，sethoxydim 處理後，也會減少葉片之葉綠體數量及抑制葉綠體之生合成^(21,22)。可見伏寄普確實會運轉至分生組織而對細胞造成傷害。莖頂生長點受到傷害壞疽後，會誘使下方之側芽發生，這種情形在 butachlor (丁基拉草) 及 glyphosate 處理水稻幼苗後亦可觀察到^(1,12)。由切片觀察亦證實較具忍受性之水稻品種新竹烏腳尖於處理後 12 天，會有側芽出現。

水稻大部分品種不論以 0.15 或 0.3 kg ai/ha 的伏寄普處理後，其未展開葉均受損捲曲、黃化，葉鞘壞疽而不能抽出新葉，但部分品種 (如新竹烏腳尖) 雖會受損但由主稈基部會長出新的分蘖而存活。一般而言，稈稻品種對伏寄普較為敏感，秈稻品種變異較大，有敏感者，亦有忍受者。

引用文獻

1. 王紓愨 1991 殺草劑丁基拉草對水稻幼苗生長之抑制作用。國立台灣大學農藝學研究所博士論文。
2. 台灣省政府農林廳 1998 植物保護手冊。pp 607-609。
3. Ahren, W. H. ed. 1994. Herbicide handbook of WSSA, 7th ed.
4. Baldwin, J. L., G. E. Coats, J. E. Street, and V. B. Langston. 1996. Effect of growth stage and application site on tolerance of rice (*Oryza sativa*) to haloxyfop. Weed Technol. 10: 268-272.
5. Buhler, D. D., B. A. Swisher, and O. C. Burnside. 1985. Behavior of ¹⁴C-haloxyfop-methyl in intact plants and cell cultures. Weed Sci. 33: 291-299.
6. Carroll, K. R. and S. H. Crawford. 1985. Varietal response of rice to HOE-33171. Proc. South Weed Sci. Soc. 38: 42.
7. Chandrasena, J. P. N. R. and G. R. Sagar. 1987. Effect of fluazifop-butyl on the

- chlorophyll content, fluorescence and chloroplast ultrastructure of *Elymus repens* (L.) Gould. leaves. *Weed Res.* 27: 103-112.
8. Chow, P. N. P. and D. E. LaBerge. 1978. Wild oat herbicide studies. 2. Physiological and chemical changes in barley and wild oats treated with diclofop-methyl herbicide in relation to plant tolerance. *J. Agric. Food Chem.* 26: 1134-1137.
 9. Clay, D. V., J. Lawrie, and L. B. Hertz. 1990. Effects of repeated applications of fluazifop-butyl, haloxyfop and sethoxydim on *Elymus repens* in strawberries. *Weed Res.* 30: 439-448.
 10. Derr, J. F., T. J. Monaco, and T. J. Sheets. 1985. Uptake and translocation of fluazifop by three annual grasses. *Weed Sci.* 33: 612-617.
 11. Donald, W. W. and R. H. Shimabukuro. 1980. Selectivity of diclofop-methyl between wheat and wild oat: growth and herbicide metabolism. *Physiol. Plant.* 49: 459-464.
 12. Egley, G. H. and R. D. Williams. 1978. Glyphosate and paraquat effects on weed seed germination and seedling emergence. *Weed Sci.* 26: 249-251.
 13. Grafstrom, L. D. and J. D. Nalewaja. 1988. Uptake and translocation of fluazifop in green foxtail (*Setaria viridis*). *Weed Sci.* 36: 153-158.
 14. Hall, C., L. V. Edgington, and C. M. Switzer. 1982. Translocation of different 2,4-D, bentazon, diclofop, or diclofop-methyl combinations in oat (*Avena sativa*) and soybean (*Glycine max*). *Weed Sci.* 30: 676-682.
 15. Hendley, P., J. W. Dicks, T. J. Monaco, S. M. Slyfield, O. J. Tummon, and J. C. Barrett. 1985. Translocation and metabolism of pyridinyloxyphenoxypropionate herbicides in rhizomatous quackgrass (*Agropyron repens*). *Weed Sci.* 33: 11-24.
 16. Hoerauf, R. A. and R. H. Shimabukuro. 1979. The response of resistant and susceptible plants to diclofop-methyl. *Weed Res.* 19: 293-299.
 17. Hoppe, H. H. 1980. Effect of diclofop-methyl on the growth and development of *Zea mays* L. seedlings. *Weed Res.* 20:371-376.
 18. Hosaka, H. and M. Takagi. 1987. Biochemical effects of sethoxydim in excised root tips of corn (*Zea mays*). *Weed Sci.* 35: 612-618.
 19. Jacobson, A., R. H. Shimabukuro, and C. McMichael. 1985. Response of wheat and oat seedlings to root-applied diclofop-methyl and 2,4-dichlorophenoxyacetic acid. *Pestic. Biochem. Physiol.* 24: 61-67.
 20. Lichtenthaler, H. K. 1984. Chloroplast biosynthesis, its inhibition and modification by new compounds. *Z. Naturforsch.* 39: 492-499.

21. Lichtenthaler, H. K. and D. Meier. 1984. Inhibition by sethoxydim of chloroplast biogenesis, development and replication in barley seedlings. *Z. Naturforsch.* 39: 115-122.
22. Maroder, H. L., I. A. Prego, and M. A. Cairoli. 1987. Behavior of ¹⁴C-haloxyfop in common bermudagrass (*Cynodon dactylon*) stolons. *Weed Sci.* 35: 599-603.
23. Nalewaja, J. D., G. A. Skrzypczak, and G. R. Gillespie. 1986. Absorption and translocation of herbicides with lipid compounds. *Weed Sci.* 34: 564-568.
24. Oosterhus, D. M., S. D. Wullschleger, R. E. Hampton, and R. A. Ball. 1990. Physiological response of rice (*Oryza sativa*) to fenoxaprop. *Weed Sci.* 38: 459-462.
25. Shimabukuro, M. A. , R. H. Shimabukuro, W. S. Nord, and R. A. Hoerauf. 1978. Physiological effects on methyl 2-[4(2,4-dichlorophenoxy)phenoxy] propanoate on oat, wild oat, and wheat. *Pestic. Biochem. Physiol.* 8:199-207.
26. Snipes, C.E. and J. E. Street. 1987. Fenoxaprop for postemergence barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) control in rice (*Oryza sativa*). *Weed Sci.* 35: 224-227.
27. Vaughn, S.F. and M. G. Merkle. 1989. Histological and cytological effects of haloxyfop on sorghum (*Sorghum bicolor*) and unicorn-plant (*Proboscidea louisianica*) root meristems. *Weed Sci.* 37: 503-511.