

栽培樣式에 따른 數種 除草劑에 대한 벼와 피의 解剖形態的 反應差異. II. Bensulfuron에 대한 反應差異  
千相旭 · 具滋玉 · 鞠龍仁 · 韓盛旭<sup>1</sup>

Morphological and Anatomical Response of Rice and Barnyardgrass to Herbicides under Various Cropping Patterns.  
II. Response to Bensulfuron.  
Chon, S.U., J.O. Guh, Y.I. Kuk and S.U. Han<sup>1</sup>

ABSTRACT

Pot experiment in greenhouse was conducted to determine the effect of growth and anatomical characteristics of bensulfuron on the seedlings of rice and barnyardgrass. Formulated bensulfuron was soil applied at 102g ai/ha to rice and barnyardgrass grown under various cropping patterns at 5 days after seeding or transplanting. At 10 days after application, plants were harvested to examine growth and anatomical changes of rice and barnyardgrass. Bensulfuron did not affect the growth and development of rices under dry seeded condition and trnsplanting condition while inhibited severely those of rice under water-seeded condition compared with untreated control. Under water-seeded condition, root growth of rice was much more severely inhibited by bensulfuron than shoot growth. The herbicide retarded the growth of barnyardgrass under dry-seeded condition and more severely inhibited than that under water-seeded condition. Microscopically, the anatomical change induced by bensulfuron occurred only in barnyardgrass under dry-seeded condition, and involved constriction of leaf primordia within leaf sheaths, rupture of mesophyll cell, and irregular cell arrangement. These anatomical alterations differed from and were not associated with the differential growth response.

Key words : Bensulfuron, morphological and anatomical responses, rice, barnyardgrass

緒 言

재배양식이 이앙재배에서 직파재배로 전환 되므로써 토양표층표면의 환경변화는 식물체 생장 및 제초제 반응에 있어서 상당한 차이가

있을 것으로 예상된다. 지금까지 기존의 이앙 재배에서는 벼를 잡초에 비해 상대적으로 생 장을 빠르게 시켜 우생학적 선점현상을 유도 하므로써 잡초방제가 용이하게 이루어져 왔으 나, 직파재배에서는 벼와 피가 동시에 생장이 출발되므로써 잡초방제 측면에서 더 큰 문제

<sup>1</sup> 全南大學校 農科大學(Chonnam National University, Kwangju 500-757, Korea.)

<1996. 5. 29 접수>

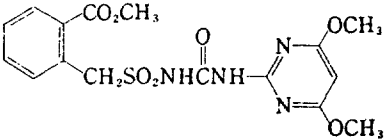
제가 되어지고 있는 가운데 일부에서 이루어지고 있는 직파재배에서 이앙재배시의 잡초방제법을 그대로 구사되는 확실적 방법이 적용되고 있는 실정에 있다. 직파재배에서는 벼와 잡초 생장이 이앙재배와 다르기 때문에 다르게 적용되어야 할 것은 물론이고 이에 따른 제초제에 대한 약해 및 제초반응이 신중하게 검토되어야 할 것으로 본다. Bensulfuron-methyl [methyl-2-[[[4,6-dimethoxy pyridine-2-yl]amino] carbonyl] amino] sulfonyl] methyl] benzoate]은 sulfonyl urea 유도체 화합물로서 수도작지에서 낮은 약량<sup>2,3,4)</sup>으로 피를 제외한 논외의 일년생 및 다년생잡초를 동시에 방제할 수 있으며 벼에 대한 안전성이 높다고 보고<sup>1)</sup>된 바 있으며 최근 “one-shot herbicide” 중 가장 많이 보급되고 있는 주요한 partner 중 하나로서 이용되고 있다<sup>16)</sup>. 일단 식물체내에 흡수된 bensulfuron은 제1차 작용 특성으로 아미노산의 합성저해가 이루어지고 2차적으로는 DNA생합성을 저해하며<sup>5)</sup> 세포분열 및 식물생장을 억제한다고 밝혀졌다. 논토양에서 광엽 및 사초과 잡초에 대해 선택성제초제로서 이앙답 및 직파답에서 이용된다고 보고되었다<sup>3)</sup>. Takeda<sup>6)</sup>는 bensulfuron이 수도체내에 들어가 불활성화되면서 고도의 내성을 나타낸다고 제안하였으며, 이 약제는 수도체내에 들어가 아미노산 valine, isoleucine의 합성을 억제시키는 acetolactate synthase(ALS)의 활성을 저해하지 않고 hydroxylated compound로 전환대사되어 내성을 갖게 된다는 기작을 밝혔다. 또한 Pyon<sup>2)</sup> 등은 bensulfuron을 뿌리치리에 의한 벼품종간의 선택성에 관하여 이행량 및 대사능력의 차이로 인해 내성정도를 달리 나타낸다고 보고하였다. 藤田 究 등<sup>7)</sup>은 bensulfuron의 약해로 초장의 단축 및 억제를 일으키며, 뿌리의 관근이 성장정지로 인해 짧아졌고, 근수자체가 감소됨을 밝혔다. Bensulfuron이 처리된 식물의 생장은 정지되고 서서히 외적환경에 의한 고사가 있게된다. 干 등<sup>8)</sup>은 그러한 생장차이를 내성 및 감수성의 수도선발품종들을 공시하여 내성품종들에 비해 감수성 수도품종에서 분열조직의 신장억제, 심한 세포부피팽

창, 세포배열의 불규칙성등이 상대적으로 컸음을 해부학적 방식으로 묘사하였다. 본 연구에서는 Bensulfuron 배양치리에 따른 건답, 담수 직파재배 및 이앙재배조건에서 벼와 피간의 약해 및 약효반응을 생장 및 해부학적 조사에 의해 구명하고자 수행되었다.

## 材料 및 方法

본 연구는 온실내 pot시험으로 수행되었으며 공시식물로서 벼는 동진벼가 피는 건냉보관된 강피를 이용하여 1/500 pot에 식양토인 논토양을 충전시키고 건답(Dry condition) 및 담수조건(Water condition)을 만든후 표면(Broadcast rice on soil surface) 및 토중(Drilled rice in soil)으로 벼와 피를 각각 20립, 30립씩 산파하였고 피와 토중직파벼는 1cm 깊이로 복토하였다. 또한 이앙조건(Transplanting condition)에서는 8일묘(8-day-old seedlings)가 pot당 5본식 2.0cm 깊이로 이앙되었고, 중간경합을 배제하고자 각기 단식으로 재배하였다. 시비는 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O=7-4-5 kg/10a로 하였고 질소는 50% 기비로 사용되었으며 온도유지는 주간 28±2℃, 야간 21±1℃로 하였다. 광은 자연광 외에도 보광을 위해 metal등을 설치하여 20,000lux 이상의 광도를 유지시켰다. 파종 및 이앙후 5일째에 bensulfuron 0.17%입제 102g ai/ha(표 1)을 토양표면처리하여 처리후 20일째 식물체를 채취하여 초장, 근장, 지상부 및 지하부 생체중 및 피의 mesocotyl 깊이를 각각 측정하였다. Bensulfuron에 대한 형태학적 반응 차이를 검토하고자 처리 후 10일째 채취된 식물체의 줄기 기저부위를 8mm 정도로 절단한 후 FAA용액(Formalin : Acetic acid : Alcohol : Distilled water=15 : 10 : 35 : 40) (v/v)에 24시간 침지하여 알콜과정에서 탈수시킨후 alcohol+xylene의 혼합용액에서 투명화시킨 후 paraplast로 72시간동안 침투과정을 거쳐 embedding하였다. 조직은 steel knife가 장진된 rotary microtome에 8μm두께로 종단 및 횡단하여 0.5% safranin 수용액(w/v)과 0.5% fast green 95% alcohol 용액(w/v)에 각각 1시간, 12

**Table 1.** Information of herbicide used in the experiment<sup>1,16)</sup>

Common name	Bensulfuron-methyl
Compound	Sulfonyl urea
Chemical name	Methyl-2-[[[(4,6-dimethoxy-pyrimidinyl)amino]carbonyl]amino]sulfonyl]methyl]benzoate
Structural formula	
Formulation	0.17% Granular
Vapor pressure	$2.1 \times 10^{-14}$ mmHg at 25°C
Solubility	12ppm(water at 25°C and pH 7)
Rate	0.102 kg ai/ha

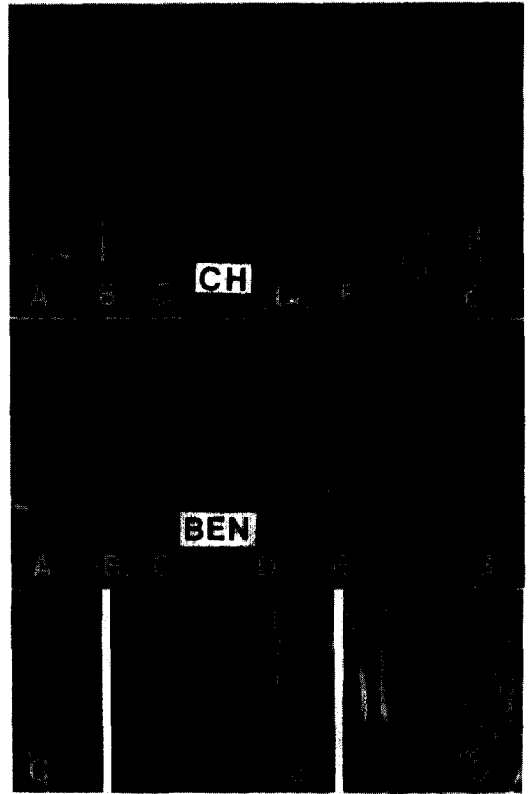
초간 대조 염색한 후 100배 현미경에서 검경·촬영하였다<sup>9,10,12)</sup>. 조사는 줄기 횡단부의 엽시원체 및 엽초의 해부학적 변화를, 종단부는 분얼조직의 신장정도 및 세포의 구조적 변화를 관찰하였다.

## 結果 및 考察

### 1. 生長反應 差異

처리후 10일째 외부형태적인 성장반응은 건답직파 및 이앙 벼에서는 무처리와 유사한 성장을 보이나 담수직파조건인 벼와 피에서는 무처리에 비해 낮은 성장을 보였다(사진 1). 건답직파의 표면 및 토중벼와 이앙벼의 지상부 및 지하부 생장은 무처리와 대등 유사한 성장을 보이나 담수직파벼는 표면 및 토중직파 모두에서 지하부 생장이 심하게 억제되었으며 피는 건답 및 담수직파조건에서 성장억제효과가 뚜렷하였으며 건답 피보다는 담수조건인 피에서 그 정도가 더 크게 나타났다.

처리후 20일째 종적생장의 지표로서 재배양식별 벼와 피의 초장 및 근장의 변화는 건답직파조건에서 두 벼는 무처리와 유사하거나 경미한 억제경향을 보이는 반면 피는 초장 및 근장이 각각 50%, 40% 정도로 억제되었다. 그러나 담수조건인 표면 및 토중벼는 건답조건에 비해 억제정도가 더 심하여 초장은 표면벼가 50%, 토중벼는 30%, 피는 60% 각각 억제



**Plate 1.** Photographs showing bensulfuron effect on rice and barnyardgrass seedling under various cropping patterns at 15 days after seeding or transplanting. Broadcast rice on soil(A), drill seeded rice in soil(B), and barnyardgrass (C) under dry condition, broadcast rice on soil (E), drill seeded rice in soil(F), and barnyardgrass(D) under water condition, and transplanted rice(G) under transplanting condition.

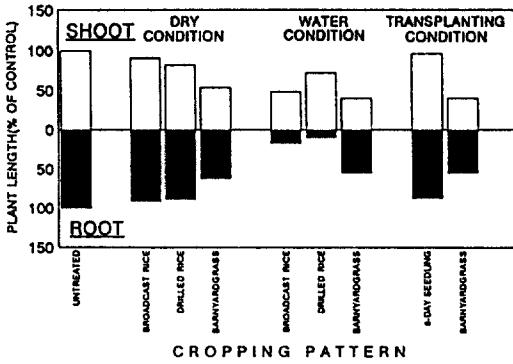


Fig. 1. Effect of bensulfuron on plant height and root length of rice and barnyardgrass at 20 days after application.

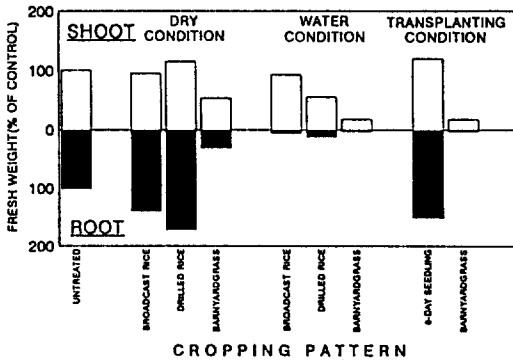


Fig. 2. Effect of bensulfuron on shoot and root fresh weight of rice and barnyardgrass at 20 days after application.

되었고, 근장은 각각 80, 90 및 40% 억제되어 벼는 초장보다는 근장에서, 피는 근장보다는 초장억제가 심하게 나타나는 경향이였다. 한편 이앙벼는 무처리와 유사한 초장 및 근장을 보여 안전한 생육양상을 나타냈다(그림 1).

또한 처리후 20일째 양적생장의 지표로서 벼와 피의 지상부 및 지하부생체중은 건답직파조건에서는 표면 및 토중직파벼 공히 무처리와 유사하거나 오히려 증대되는 경향을 보였으나 피는 지상부 및 지하부생장이 각각 무처리에 비해 각각 50%, 70% 억제되었다. 그러나 담수조건에서 지상부생체중은 표면벼, 토중벼 및 피 순으로 5%, 50% 및 80% 각각 크게 억제되었으며 지하부생체중은 각각 90%, 80% 및 100%로 치명적으로 억제되어 건답의 경우와 매우 다른 양상을 보였으며, Seaman 등<sup>11)</sup>의 보고에서 처럼 건답직파보다 담수직파의 약해가 더 크게 나타난다는 보고와 일치하였다. 한편 이앙벼의 지상부 및 지하부생체중은 무처리에 비해 오히려 각각 30% 및 50% 크게 증가되었다(그림 2).

Bensulfuron을 파종 및 이앙후 5일째 배량처리결과 직파벼보다는 이앙벼에 대한 안전성이 컸으며 이는 묘령의 차이로 인한 내성 증가로 설명되며<sup>11)</sup>, 같은 직파벼중에서도 건답직파조건보다는 담수직파벼에서 약해가 컸다. 또한 잡초방제 측면에서 역시 건답조건에서는 불충분하게 나타났던 반면, 담수조건에서는 거의 완벽한 방제를 보였다. 결국 묘령이 기존 이앙 8 일묘보다는 치료화된 직파벼에서, 직파벼중에서도 담수조건하의 약해발현의 가능성을 회피할 수 없을 것으로 보이며 기존제형으로 건답에서 벼에 대한 안전성은 인정되나 잡초방제가 불만족하게 나타나 제형전환에 의한 약효증대 방안이 강구되어져야 할 것으로 본다. 한편 피의 mesocotyl 신장특성은 처리후 10일째에서는

Table 2. Mesocotyl length(cm) of bensulfuron-treated barnyardgrass under dry and water condition at 10 and 20 days after application.

Treatment	Days after application	
	10	20
<b>DAY CONDITION</b>		
untreated	0.9 ± 0.2(100.0)	1.4 ± 0.4(100.0)
bensulfuron	1.3 ± 0.4(144.4)*	1.0 ± 0.1( 71.4)
<b>WATER CONDITION</b>		
untreated	0.4 ± 0.1(100.0)	0.9 ± 0.2(100.0)
bensulfuron	0.5 ± 0.3(125.0)	0.6 ± 0.2( 66.7)

건담 및 담수조건에서는 무처리에 비해 각각 44% 및 25% 증가되는 경향을 보였으나 처리 후 20일째는 반대로 각각 30% 및 33% 감소되는 경향을 보였으며(표 2), 이러한 mesocotyl신장변화는 담수유무에 관계없이 일정하게 억제되는 경향을 보였다.

## 2. 解剖學的 反應差異

처리 후 10일째 채취된 각 재배양식별 벼와 피를 줄기횡단에 의한 해부학적 특징변화는 건담조건에서 피만이 엽시원체(LP)의 위축현상과 엽육세포(MC)의 부분적인 파괴 등으로 인해 세포배열의 규칙성이 상실되는 것이 관찰되었으며 두 벼에서는 무처리에 비교해서<sup>13)</sup> 큰 변화가 발견되지 않았다(사진 2). 이는 이미 발표된 butachlor<sup>13)</sup>, thiobencarb<sup>14)</sup> 및 pyrazolate<sup>17)</sup>

처리에 따른 해부학적 변화와 유사한 결과였다. 한편 담수직파조건 및 이앙벼의 뚜렷한 해부학적 변화는 관찰되지 않았다(사진 3).

줄기종단에 의한 건담, 담수직파벼 및 이앙벼의 분열조직의 신장은 무처리와 유사하게 나타났으며 피의 경우에서도 무처리와 큰 차이가 없게 나타났다(자료제시생략). Bensulfuron에 대한 해부학적 연구보고는 많지 않으나 千 등<sup>8)</sup>은 처리된 수도품종간의 내성차이를 해부학적으로 증명해 감수성품종에서 분열조직의 신장억제, 세포부피팽창현상 및 세포배열의 불규칙성을 나타냈다고 보고하였고 그들의 또다른 보고<sup>15)</sup>에서 Oxyfluorfen + Bensulfuron의 조합 침지처리에 의한 벼와 수종 잡초종의 해부학적 반응은 벼의 경우 어떤 해부학적 변이를 보이지 않았으나, 피는 분열조직의 신장이 억

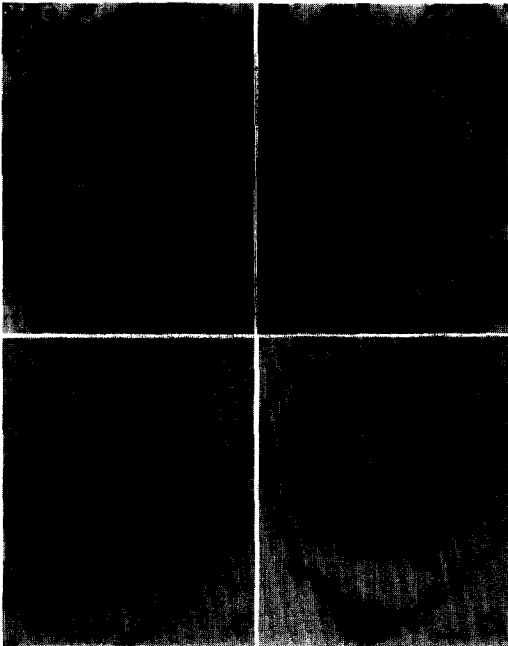


Plate 2. Transverse sections of stems of bensulfuron-treated rice and barnyardgrass seedlings at 10 days after application. Broadcast rice on soil(A), drill seeded rice in soil(B), and barnyardgrass(C) under dry condition. LP : Leaf primodia, LS : Leaf sheath. Ruptured and constricted leaf and leaf sheath of barnyardgrass(C : arrow). The bar represents 1  $\mu$ m.

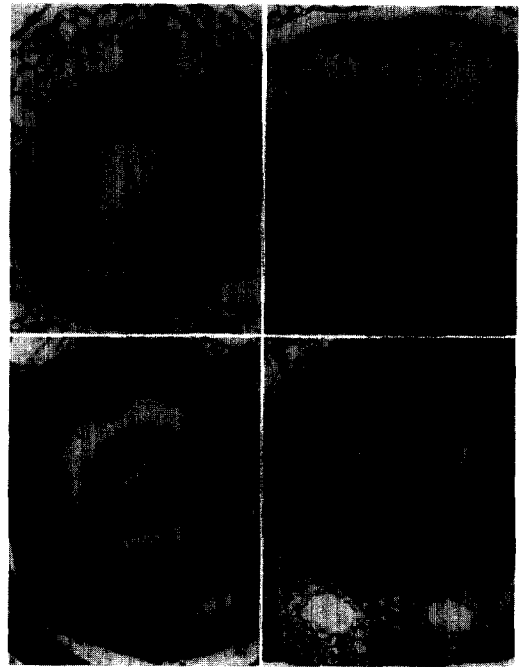


Plate 3. Transverse sections of stems of bensulfuron-treated rice and barnyardgrass seedlings at 10 days after application. Broadcast rice on soil(E), drill seeded rice in soil(F) and barnyardgrass(D) under water condition and transplanted rice(G) under transplanting condition. LP : Leaf primodia, LS : Leaf sheath. The bar represents 1  $\mu$ m.

제되어 zig-zag 양상의 뒤틀림현상이 나타났음을 보고한 바 있다. 그러나 본 연구에서는 이들과 유사한 해부학적반응은 관찰되지 않았다.

## 摘 要

다양한 재배양식하에서 재배된 벼와 피에 파종 및 이앙후 5일째에 bensulfuron 102g ai/ha를 토양처리하여 그들의 생장 및 해부학적 반응차이를 구명하고자 온실내에서 pot시험으로 수행되었다. 초장, 근장, 지상부 및 지하부 생체중을 조사한 결과, 건담직파벼 및 이앙벼의 생장 및 발육은 무처리와 유사하거나 증가하는 경향을 보였으나 담수직파벼는 무처리에 비해 심하게 억제되었으며, 지상부보다는 지하부가 더 심하게 억제되었다. 한편 피는 건담조건에서 억제정도가 다소 낮게 나타났으나 담수조건에서는 치명적으로 억제되었다. Bensulfuron에 의한 주요한 해부학적 반응은 건담직파조건에서 피에서만 엽시원체의 위축 및 엽육세포의 부분적 파괴로 인한 세포배열의 규칙성 상실 등이 야기되었다. 결국, 건담직파벼 및 이앙벼는 Bensulfuron에 대해 안전하였으나 담수직파벼는 심한 약해가 유발되었다. 본 연구에서 해부학적 반응차이는 생장반응의 차이와 반드시 일치하지 않게 나타났다.

## 引用 文 獻

1. 梁桓承·具滋玉·卞鍾英·權容雄. 1986. 新製 雜草防除學. 鄉文社 pp.389.
2. Pyon, J.Y, A. Ohno, K. Ishizuka, and H. Matsumoto. 1987. Selective mode of action of root-applied bensulfuron-methyl among rice cultivars Proc. of 11th APWSS:99-107.
3. Takeda, S., T. Yuyama, R.C. Ackerson and R.C. Weigel. 1985. Selection of rice herbicide from several sulfonylurea components. Weed Res.(Japan) 30:278-283.
4. Yuyama, T., S. Takeda and R.C. Ackerson. 1987. Uptake and distribution of bensulfuron-

- methyl(DPX-F5384) in paddy rice. Proc. 11th APWSS-Conf. 145-151.
5. Ray, T.B. 1982. The mode of action of chlor-sulfuron-A new herbicide for cereals. Pesticide Biochem. Physiol. 17:10-17.
6. Takeda, S., T.B. Sweetser. D.L, Erbes and T. Yuyama. 1985. Mode of selectivity of Londax herbicide(DPX-F5384) in paddy rice. Proc. 10th APWSS Conf. 156-161.
7. 藤田 究·山秀次郎. 1988. 數種除草劑が水稻に及ぼす形態的影響とジヌヒベシトの藥害輕減效果 1. Bensulfuron-methylとそのジヌヒベシト混合劑の形態的影響と 苗の植付深度. 雜草研究 33-別:121-122.
8. 千相旭·具滋玉·李榮萬·李度鎮. 1988. Bensulfuron 耐性 및 感受性 水稻品種間에 解剖學的 比較研究. 韓國雜草學會 8(3):219-236.
9. Sass, J.E. 1958. Botanical microtechnique 3th Edi. Iowa State Univ. pp.228.
10. Esau, K. 1976. Anatomy of seed plants. 2th Edi. Wiley. pp.550.
11. Seaman, D.E. 1983. Farmer weed control technology for water-seeded rice in Northern America. pp.167-177.
12. O'Brien, T.P. and M.E. McCully. 1981. The study of plant structure principles and selected methods. pp.280.
13. 千相旭·具滋玉·金容在. 1994. 栽培樣式에 따른 벼와 피의 生長 및 解剖形態學的 差異. IV. 栽培樣式에 따른 除草劑 Butachlor에 대한 벼와 피間의 解剖形態學的 反應差異. 韓雜誌 14(3):199-211.
14. 千相旭·具滋玉·權三烈. 1994. 栽培樣式에 따른 벼와 피의 生長 및 解剖形態學的 差異. V. 栽培樣式에 따른 除草劑 Thiobencarb에 대한 벼와 피間의 解剖形態學的 反應差異. 韓雜誌 14(3):212-222.
15. 具滋玉·千相旭·韓盛旭·鞠龍仁. 1992. Oxy-fluorfen 및 Bensulfuron 組合處理에 의한 벼 및 數種 雜草種間의 選擇反應相의 解剖學的 比較研究. 韓雜誌. 12(2):132-143.

16. 農藥工業協會. 1993. 農藥使用指針書. pp.576.
17. 具滋玉·千相旭·鞠龍仁. 1994. 栽培樣式에 따른 數種除草劑에 대한 벼와 피의 解剖形

態學的 反應差異. I. Pyrazolate에 대한 反應差異. 15(1):30-38.