

## 새로운 O-Quinolinyamidoxime 유도체의 합성과 제조활성

송종환 · 이수영<sup>1</sup> · 홍경식 · 성낙도<sup>2</sup> · 유응걸\*

한국화학연구소, <sup>1</sup>(주)삼천리 제약, <sup>2</sup>충남대학교 농과대학 응용생물화학학부

**요약** : Quinclorac의 amidoxime 유도체 **3a-m**을 신규합성하고 논조건에서 피의 발아전 및 2엽기에 약제를 처리하였을 때의 피에 대한 제초효과와 직파벼 및 이앙벼에 대한 안전성에 대하여 시험하였다. 피의 발아전 처리시 화합물 **3a-e**는 60 g/ha 처리량에서 80% 이상을 방제하고, **3f-m**은 1 kg/ha에서 100% 방제효과를 보이며, 직파벼는 250 g/ha 처리량에서도 비교적 안전하였다. 2엽기 피에 대하여 **3c**는 250 g/ha에서 90% 방제효과를 보였으며, 벼와 피간의 선택성도 매우 좋았다.(1999년 4월 30일 접수, 1999년 9월 30일 수리)

**Key words** : O-quinolinyamidoximes, amidoximes, herbicidal activity, rice herbicides, selectivity.

### 서론

일반명으로 quinclorac(3,7-dichloroquinoline-8-carboxylic acid)이라고 명명된 이 화합물은 화본과 잡초 특히 논피전문 제초제로서 우수한 활성과 선택성(Berghaus 등, 1989; Beck 등, 1989)을 나타내는 것으로 알려져 있다. 1985년 BASF사에 의해 quinclorac이 보고(BASF AG, 1986)된 이후 2.5-3엽기의 논피에 대한 방제 효과를 기대하게 되었다. 그러나 quinclorac이 직파벼에 약해를 주고 잔류독성에 의한 가지과 식물(고추, 가지, 토마토 등)에 후작물 약해(권 등, 1994)를 주는 이유 등으로 사용이 금지되어 피 방제효과에 대한 quinclorac의 우수성이 방치되어 버리는 아쉬움을 낳게 되었다.

이러한 문제점을 해결함과 동시에 활성 및 선택성을 개선하기 위하여 많은 연구가 진행(유 등, 1993)되어 왔다. 지금까지 알려진 quinclorac의 구조 유사체에서 8번 위치의 카르복시산기가 제조활성을 발현하는 필수적인 요소로 보고(Wuerzer 등, 1985)되어 왔지만 카르복시산기 대신에 bioisostereomer인 oxadiazole로 치환된 quinolinylloxadiazole 유도체가 quinclorac과 유사한 잡초 방제력을 가질 뿐만 아니라 직파벼에 대하여 더욱 안전(김 등, 1994; 황 등, 1988)하였다.

본 연구에서는 이와 같은 연구들을 토대로 단점을 보완할 수 있는 새로운 약제를 탐색하기 위한 분자구조 개량의 방법으로 지금까지 잘 알려진 quinclorac의 8번 위치의 카르복시산을 산염화물로 변환시킨 후 다양한 amidoxime 유도체들과 반응시켜 새로운 구조의 O-quinolinyamidoxime 유도체들을 합성하고, 제초효과를 시험하여 벼와 피

간의 선택성을 갖는 제초제의 개발 가능성을 규명하고자 하였다.

### 재료 및 방법

#### 시약 및 기기

본 실험에 사용한 시약은 Aldrich, Sigma, Lancaster, 또는 TIC 등으로부터 구입하여 별도의 정제과정 없이 사용하였고 반응용매는 calcium chloride 존재 하에 증류하여 molecular sieves 4A과 함께 보관하여 사용하였다.

Thin-layer chromatography (tlc)는 Kieselgel 60F-254 (Merck)를 사용하였고, 관 크로마토그래피는 Merck silica gel 60(230~400 mech ASTM)을 사용하였다. 화합물들의 녹는점은 Thomas-Hoover 모델의 융점 측정기로 측정하여 보정하지 않고 자료화하였다. 수소핵자기공명스펙트럼(<sup>1</sup>H NMR)은 GEMINI-200(200 MHz)을 사용하여 얻었으며, TMS를 내부 표준물질로 하여  $\delta$  (ppm)값으로 표기하였다.

#### O-Quinolinyamidoxime 유도체의 합성

R-치환 nitrile을 hydroxylamine과의 반응으로 amidoxime (**1a-m**)을 합성하고 3,7-Dichloroquinoline-8-carboxylic acid chloride(**2**)와의 반응으로 기질유도체(**3a-m**)를 합성하였으며 그 과정을 Scheme 1에 정리하였다.

#### 4-Chlorostyryloamidoxime (1e).

4-Chlorostyrylonitrile 7.1 g (40 mmol), hydroxylamine hydrochloride 5.56 g (80 mmol) 및 NaHCO<sub>3</sub> 6.72 g (80 mmol)을 에탄올 150 mL에 넣고, 16 시간 동안 상온에서 교반하였다. 고형물을 여과하여 제거하고, 여과액을 감압 증류한 후 물과 디클로로메탄 각각 100 mL를 넣고 추출

\*연락처

하였다. 유기층을 분리하여 무수 황산마그네슘으로 건조시키고 감압 증류한 후 실리카겔 크로마토그래피하여 연한 녹색의 고체를 얻었다. 수득률 6.4 g (81.5%), 녹는점 60~63 °C.

### 3,7-Dichloroquinoline-8-carboxylic acid chloride (2).

3,7-Dichloroquinoline-8-carboxylic acid 20.2 g (82 mmol)을 thionyl chloride 80 mL에 넣고 3시간 동안 환류하였다. thionyl chloride를 감압하여 제거 하고 잘 건조시켜서 목적물인 연한 갈색의 고체를 얻었다.

수득률 20.6 g (95.4%)  $^1\text{H NMR}(\text{DMSO-d}_6)$   $\delta$  8.0 (dd, 2H), 8.9 (dd, 2H).

### O-(3,7-Dichloroquinoline-8-yl)carbonyl-*p*-chlorostyryloamidoxime (3e).

4-Chlorostyryloamidoxime 0.25 g (1.25 mmol)과 3,7-Dichloroquinoline-8-carboxylic acid chloride 0.308 g (1.25 mmol)을 디클로로메탄 30 mL에 녹이고, 교반하면서 트리 에틸아민 0.13 g (1.25 mmol)을 서서히 넣은 다음 상온에서 1시간 동안 교반하였다. 반응물에 물 30 mL를 가하여 주고, 유기층을 분리한 후 무수 황산마그네슘으로 건조한 후 용매를 감압 증류하였다. 잔사에 소량의 디클로로메탄과 에테르 혼합용액을 넣어 목적물을 연갈색의 고체로 얻었다.

수득률 0.23 g (60%), 녹는점 176~178°C,  $^1\text{H NMR}(\text{DMSO-d}_6)$   $\delta$  9.10 (1H, d,  $J = 1.6$  Hz, H<sub>1</sub>), 8.82 (1H, d,  $J = 1.6$  Hz, H<sub>1</sub>), 8.25 (1H, d,  $J = 5.9$  Hz, H<sub>4</sub>), 7.95 (1H, d,  $J = 5.9$  Hz, H<sub>4</sub>), 7.70 (2H, d,  $J = 5$  Hz, H<sub>4</sub>), 7.55 (2H, d,  $J = 5.9$  Hz, H<sub>4</sub>), 7.48 (1H, d,  $J = 11$  Hz, H<sub>2</sub>), 6.80 (2H, br, -NH<sub>2</sub>), 6.60 (1H, d,  $J = 11$  Hz, H<sub>2</sub>). 이와 같은 방법으로 3a-m을 각각 합성하였으며 기기 분석 결과는 다음과 같다.

### O-(3,7-Dichloroquinoline-8-yl)carbonyl-(4,6-dimethoxy-pyrimidine-2-yl)amidoxime (3a).

수득률 68%, 녹는점 193~195°C,  $^1\text{H NMR}(\text{DMSO-d}_6)$   $\delta$  8.95 (1H, d,  $J = 1.6$  Hz, H<sub>1</sub>), 8.70 (1H, d,  $J = 1.6$  Hz, H<sub>2</sub>), 8.15 (1H, d,  $J = 5.9$  Hz, H<sub>3</sub>), 7.82 (1H, d,  $J = 5.9$  Hz, H<sub>4</sub>), 7.01 (2H, br, -NH<sub>2</sub>), 6.32 (1H, s), 3.88 (6H, s, -OCH<sub>3</sub>).

### O-(3,7-Dichloroquinoline-8-yl)carbonyl-1-methyl-(4,6-dimethoxy-pyrimidine-2-yl)-1-ethylamidoxime (3b).

수득률 63%, 녹는점 205~207°C,  $^1\text{H NMR}(\text{DMSO-d}_6)$   $\delta$  8.93 (1H, d,  $J = 1.6$  Hz, H<sub>1</sub>), 8.71 (1H, d,  $J = 1.6$  Hz, H<sub>2</sub>), 8.10 (1H, d,  $J = 5.9$  Hz, H<sub>3</sub>), 7.81 (1H, d,  $J = 5.9$

Hz, H<sub>4</sub>), 6.43 (2H, br, -NH<sub>2</sub>), 5.79 (1H, s), 3.82 (6H, s, -OCH<sub>3</sub>), 1.66 (6H, s, -CH<sub>3</sub>).

### O-(3,7-Dichloroquinoline-8-yl)carbonyl-(4,6-dimethoxy-pyrimidine-2-oxymethyl)amidoxime (3c).

수득률 71%, 녹는점 123~127 °C,  $^1\text{H NMR}(\text{DMSO-d}_6)$   $\delta$  8.95 (1H, d,  $J = 1.6$  Hz, H<sub>1</sub>), 8.70 (1H, d,  $J = 1.6$  Hz, H<sub>2</sub>), 8.09 (1H, d,  $J = 5.9$  Hz, H<sub>3</sub>), 7.79 (1H, d,  $J = 5.9$  Hz, H<sub>4</sub>), 6.80 (2H, br, -NH<sub>2</sub>), 5.87 (1H, s), 4.78 (2H, s, -OCH<sub>2</sub>-), 3.85 (6H, s, -OCH<sub>3</sub>).

### O-(3,7-Dichloroquinoline-8-yl)carbonyl-2,4-difluorostyryl amidoxime(3d).

수득률 81%, 녹는점 195~199°C,  $^1\text{H NMR}(\text{DMSO-d}_6)$   $\delta$  8.99 - 6.51 (7H, m, Ar), 7.45 (1H, d,  $J = 11$  Hz, H<sub>2</sub>), 6.54 (1H, d,  $J = 11$  Hz, H<sub>3</sub>), 6.79 (2H, br, -NH<sub>2</sub>).

### O-(3,7-Dichloroquinoline-8-yl)carbonyl(pyridin-2-yl)amidoxime (3f).

수득률 78%, 녹는점 150~157°C,  $^1\text{H NMR}(\text{DMSO-d}_6)$   $\delta$  8.87 - 7.25 (8H, m, Ar), 6.69 (2H, br, -NH<sub>2</sub>).

### O-(3,7-Dichloroquinoline-8-yl)carbonyl-(2,5-dimethylphenylthio-ethenyl)amidoxime (3g).

수득률 72%, 녹는점 130~132°C,  $^1\text{H NMR}(\text{DMSO-d}_6)$   $\delta$  8.98 (1H, d,  $J = 1.6$  Hz, H<sub>1</sub>), 8.72 (1H, d,  $J = 1.6$  Hz, H<sub>2</sub>), 8.12 (1H, d,  $J = 5.9$  Hz, H<sub>3</sub>), 7.82 (1H, d,  $J = 5.9$  Hz, H<sub>4</sub>), 7.31 - 6.90 (3H, m, Ar), 6.72 (2H, br, -NH<sub>2</sub>), 3.62 (2H, s, -SCH<sub>2</sub>-), 2.23 (6H, s, -CH<sub>3</sub>).

### O-(3,7-Dichloroquinoline-8-yl)carbonyl-cyclopropylamidoxime (3h).

수득률 65%, 녹는점 169~172°C,  $^1\text{H NMR}(\text{DMSO-d}_6)$   $\delta$  8.99 (1H, d,  $J = 1.6$  Hz, H<sub>1</sub>), 8.78 (1H, d,  $J = 1.6$  Hz, H<sub>2</sub>), 8.15 (1H, d,  $J = 5.9$  Hz, H<sub>3</sub>), 7.85 (1H, d,  $J = 5.9$  Hz, H<sub>4</sub>), 6.42 (2H, br, -NH<sub>2</sub>), 1.50 (1H, m), 0.80 (4H, m).

### O-(3,7-dichloroquinoline-8-yl)carbonyl-(2,4-dichlorophenyl)oxy-methylamidoxime (3i).

수득률 87%, 녹는점 138~141°C,  $^1\text{H NMR}(\text{DMSO-d}_6)$   $\delta$  9.02 (1H, d,  $J = 1.6$  Hz, H<sub>1</sub>), 8.75 (1H, d,  $J = 1.6$  Hz, H<sub>2</sub>), 8.18 (1H, d,  $J = 5.9$  Hz, H<sub>3</sub>), 7.87 (1H, d,  $J = 5.9$  Hz, H<sub>4</sub>), 7.65 - 7.20 (3H, m, Ar), 6.90 (2H, br, -NH<sub>2</sub>), 4.68 (2H, s, -OCH<sub>2</sub>-).

### O-(3,7-Dichloroquinoline-8-yl)carbonyl-*tert*-butylamidoxi

me (3j)

수득률 81%, 녹는점 238~241°C, <sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 8.96 (1H, d, J = 1.6 Hz, H<sub>1</sub>), 8.75 (1H, d, J = 1.6 Hz, H<sub>2</sub>), 8.12 (1H, d, J = 5.9 Hz, H<sub>3</sub>), 7.83 (1H, d, J = 5.9 Hz, H<sub>4</sub>), 6.35 (2H, br, -NH<sub>2</sub>), 1.10 (9H, s, -CH<sub>3</sub>).

O-(3,7-Dichloroquinoline-8-yl)carbonyl-(4-nitrophenyl)amidoxime (3k).

수득률 92%, 녹는점 200~203°C, <sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 9.03-7.88 (8H, m, Ar), 7.25 (2H, br, -NH<sub>2</sub>).

O-(3,7-Dichloroquinoline-8-yl)carbonyl-(4-bromo-3-nitrophenyl)-amidoxime (3l).

수득률 90%, 녹는점 173~176°C, <sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 9.01-7.78 (7H, m, Ar), 7.25 (2H, br, -NH<sub>2</sub>).

O-(3,7-Dichloroquinoline-8-yl)carbonyl-(2,6-dichlorophenoxy-methyl)amidoxime (3m).

수득률 88%, 녹는점 141~143°C, <sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 9.00 (1H, d, J = 1.6 Hz, H<sub>1</sub>), 8.75 (1H, d, J = 1.6 Hz, H<sub>2</sub>), 8.12 (1H, d, J = 5.9 Hz, H<sub>3</sub>), 7.83 (1H, d, J = 5.9 Hz, H<sub>4</sub>), 7.55-7.14 (3H, m, Ar), 6.80 (2H, br, -NH<sub>2</sub>), 4.52 (2H, s, -OCH<sub>2</sub>).

피와 벼에대한 1차 제초활성 검증시험

표면적 140 cm<sup>2</sup> 의 사각 플라스틱 포트에 곤죽 상태의 논흙(사양토, pH 6.0, 유기물 함량 1~1.2%)을 담고 토양 표면을 고른 다음, 이앙벼로는 2~3 엽기의 동진벼 유묘를 약 2 cm 의 깊이로 심고 직파벼로는 최아시킨 동진벼 법 씨를 약 0.5 cm 깊이로 심었다. 한편, 동일한 포트에 피의 종자들을 파종하고, 파종 및 이식 직후에 3 cm 의 깊이로 물을 대고 온실에서 생육시켰다. 2일 후에 시험 화합물을 0.1% 트윈 20이 함유된 50% 아세톤 용액에 녹인 후 그 용액을 준비된 포트의 수면에 처리하였다. 약제를 처리한 지 3주 후에 피에 대한 제초효과와 벼에 대한 약해를 약제를 처리하지 않은 경우와 비교하여 달관으로 평가하여 백분율(%)로 나타내고 그 결과를 표 1에 나타내었다.

Table 1. Postemergence herbicidal evaluations<sup>a)</sup> of O-quinolinylamidoxime derivatives under submerged paddy conditions

Compound No	Rate (Kg/ha)	ORYSA <sup>b)</sup>		ECHOR <sup>c)</sup> (seed)
		(3-leaf)	(seed)	
3a	1.00	40	70	100
	0.25	0	20	100
	0.06	0	20	95
3b	1.00	30	70	100
	0.25	20	30	100
	0.06	0	0	80
3c	1.00	40	60	100
	0.25	20	20	100
	0.06	10	10	90
3d	1.00	30	90	100
	0.25	20	30	100
	0.06	20	20	80
3e	1.00	30	30	100
	0.25	0	10	90
	0.06	0	0	80
3f	1.00	30	40	100
3g	1.00	20	30	100
3h	1.00	40	70	100
3i	1.00	50	90	100
3j	1.00	30	20	100
3k	1.00	30	60	100
3l	1.00	20	30	100
3m	1.00	0	0	100

<sup>a)</sup>Herbicidal ratings : 0 = no activity, 100 = completely killed.

<sup>b)</sup>*Oryza sativa* L. (rice).

<sup>c)</sup>*Echinochloa oryzicola* (barnyardgrass).

Table 2. Herbicidal activity<sup>a)</sup> of O-quinolinylamidoximes treated at different leaf-stages of barnyardgrass grown under submerged paddy conditions

Compound No	Rate (g/ha)	ORYSA <sup>b)</sup>		ECHOR <sup>c)</sup>	
		ORYSA <sup>d)</sup>	ECHOR <sup>e)</sup>	ECHOR <sup>d)</sup>	ECHOR <sup>e)</sup>
3a	500	30	0	100	100
	250	0	0	100	80
	125	0	0	80	50
3b	62	0	0	50	20
	250	0	0	100	60
	125	0	0	80	50
3c	62	0	0	50	20
	500	10	0	100	100
	250	0	0	100	90
3d	125	0	0	90	50
	62	0	0	50	40
	500	0	0	100	90
Quinclorac	250	0	0	80	70
	125	0	0	60	40
	62	0	0	40	20
Quinclorac	500	80	40	100	100
	250	60	20	100	100
	125	40	0	100	100
	62	40	0	100	80

<sup>a)</sup>Herbicidal rating : 0 = no activity, 100 = completely killed.

<sup>b)</sup>*Oryza sativa* L., direct seeded rice.

<sup>c)</sup>*Oryza sativa* L., transplanted rice.

<sup>d)</sup>*Echinochloa oryzicola*, direct seeded barnyardgrass.

<sup>e)</sup>*Echinochloa oryzicola*, 2 leaf-stage barnyardgrass.

### 생장기의 제초활성 검증시험

위와 같이 사양토로 채워진 시험용 포트에 5일 간격으로 세 차례 걸쳐 종자를 파종한 후 피가 2~3 엽기까지 자라난 다음에, 발아전 처리시 250 g/ha 약량에서 피에 대하여 제초효과를 나타내는 화합물 **3a-d**를 수면에 처리하였다. 약제를 처리한지 3주 후에 제초활성을 육안으로 관찰하여 그 결과를 표 2에 나타내었다.

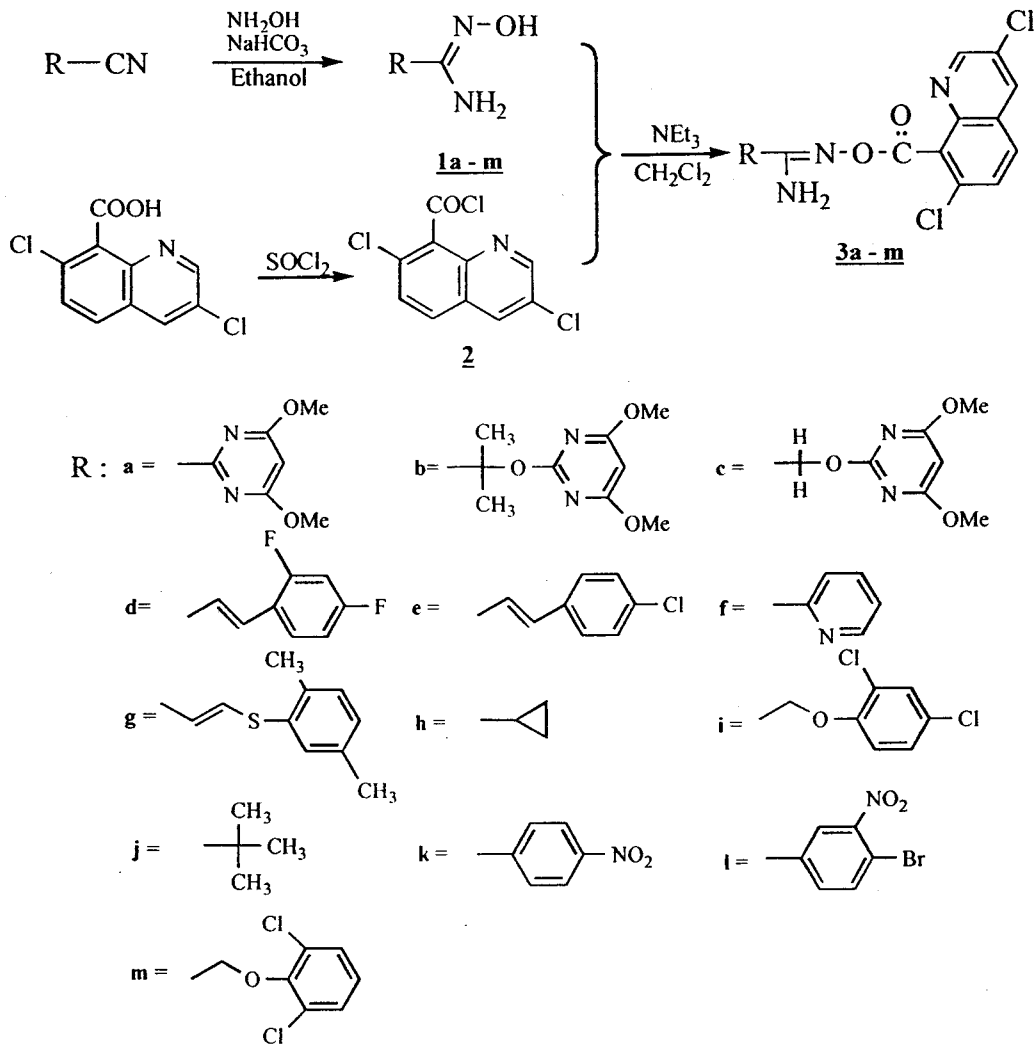
### 결과 및 고찰

Quinolinyloxadiazole 유도체가 quinclorac과 유사한 잡초 방제력을 나타 냈을 뿐만 아니라 직파벼에 대하여 더욱 안전(김 등, 1994)하다는 점에 착안 하여 quinclorac의 8번 위치에 R-치환된 다양한 amidoxime기가 치환된 새로운 화합물들을 합성(Scheme 1)하여 제초활성을 시험하였

다.

여러 종류의 nitrile 유도체들과 hydroxylamine hydrochloride를 sodiumbcarbonate 염기 하에 ethanol 용매에서 반응시켰으며 친핵성 반응에 의해 hydroxylamine이 nitrile 화합물의 탄소 위치에 첨가된 다양한 amidoxime 유도체(**1a-m**)를 얻었다. 또한 quinclorac을 thionylchloride로 반응시켜서 3,7-dichloroquinoline-8-carbonylchloride(**2**)를 얻은 다음, 위에서 얻은 amidoxime을 트리에틸아민 존재 하에 디클로로메탄 용매에서 반응시켜 60~92%범위의 수득률로 O-quinolinylamidoxime 유도체(**3a-m**)들을 합성하였다.

위와 같이 얻어진 **3a-m** 유도체들에 1차 제초효과를 시험한 결과(표 1) 화합물 **3a**, **3b**, **3c**, **3d**, 및 **3e** 등은 60 g/ha의 약량에서 피에 대한 제초 효과를 80-95% 정도 나타냈고, 벼와 피 간의 선택성이 우수하였으며, 그 이외는



Scheme 1.

1 kg/ha의 약량에서 제초효과를 나타내었다. 또한 피 2엽기 처리시 비교 결과(표 2)를 보면 화합물 3a, 3c, 및 3e 등은 250 g/ha의 약량에서 2엽기의 피에 대해서 우수한 제초효과를 보였으며, 대조약제인 quinclorac은 직파벼에 약해를 주는데 반하여, 화합물 3a, 3c, 3d 및 3e 등은 안전함을 나타냈다. 특히 화합물 3c가 가장 우수한 제초효과를 나타냈으며, 벼와 피 사이에 선택성이 매우 뛰어나므로 벼 경작시 가장 문제가 되는 잡초인 논피 제거제로 매우 유용하게 사용될 수 있을 것으로 판단되었다. 앞으로 이 화합물들의 구체적인 구조변화에 따른 활성과의 관계를 검토하고 잔류지속성을 알아보기 위하여 가수분해 반응성을 알아보코자 한다.

### 인용문헌

BASF(1986) BAS 514H, selective experimental herbicide for control of *Echinochloa*, *Ceschynomene*, *sesbania*, and *Denanthe* in rice, BASF AF, Limburgerhof, FRG.  
 Berghaus, R. and B. Wuerzer (1987) The mode of action of the new experimental herbicide quinclorac (BAS

514H). The 11th APWSS Conf. pp.81~87.  
 Kim, J. N., H. R. Kim, J. H. Song, K. H. Chung, and E. K. Ryu (1994) Synthesis and herbicidal activity of novel quinolinylloxadiazole derivatives, Korean J. of Med. Chem. pp.76~79.  
 Kim J. N., Keum S. J., J. S. Son, N. J. Lee, H. R. Kim, and E. K. Ryu (1996) Synthesis and herbicidal activity of novel Quinolinyloxazoline derivatives, Korean J. of Med. Chem. pp.197~202.  
 Kwon, Y. W., S. K. Kwon, and Y. W. Kim (1994) Effect of quinclorac on the quality of water in paddy field. Report of Institute of Agricultural Development at Seoul National University. 1.  
 Wuerzer, B. and R. Berghaus (1985) Substituted quinoline-carboxylic acid-New elements in herbicide synthesis, The 10th APWSS Conf. pp.177~184.  
 황인택, 최정섭, 홍경식, 이병희, 김진석, 유응걸, 조광연 (1998) 신규 quinolinylloxadiazole 유도체의 생물활성. 한국농약과학회지 2(3):52~63.

---

### Synthesis and Herbicidal Activity of Novel O-quinolinylamidoxime Derivatives

Jong Hwan Song, Soo Young Rhie<sup>1</sup>, Kyung Sik Hong, Nack-Do Sung<sup>2</sup> and Eung K. Ryu (Korea Research Institute of Chemical Technology, Jang-Dong 100, Yusong-Ku, Taejon 305-606, Korea, <sup>1</sup>Samchully Pharmaceutical Co.,Ltd., 947-7, Daechi-Dong, Kangnam-Ku, Seoul, Korea, <sup>2</sup>Division of Applied Biology & Chemistry, College of Agriculture, Chung-nam National University, Taejon 305-764, Korea)

**Abstract :** Novel O-quinolinylamidoxime derivatives were prepared by replacement of the carboxylic group at the 8 position of *quinclorac* with various amidoximes. In the flooded paddy conditions, most of the compounds showed good herbicidal activity at a rate of 1 kg/ha. Some of them showed excellent herbicidal activity at a rate of 60 g/ha against barnyardgrass (*Echinochloa arvensis*) with good selectivity on rice. Under the two-leaf stage of barnyardgrass, most of O-quinolinylamidoximes showed good herbicidal activity, especially compound 3c which showed excellent herbicidal activity barnyardgrass at a rate of 125 g/ha with good rice selectivity.

---

\*Corresponding author (Fax : +82-42-861-0307, E-mail : ekryu@pado.kricr.re.kr)