

Cyhalofop-butyl, Pyribenzoxim 및 Pyrazosulfuron-ethyl의 相互作用效果 및 相互作用 機作에 關하여

第 2 報 混合除草劑 處理가 acetolactate synthase 活性 및
遊離 아미노산含量과 脂肪酸含量에 미치는 影響

吳明根 · 金吉雄 · 申東賢*

Studies on Effect and its Mechanism of Herbicide Mixture of Cyhalofop-butyl, pyribenzoxim and Pyrazosulfuron-ethyl

II. Effect of Herbicide Mixture on the Activity of ALS,
Content of Free Amino Acids and Fatty Acids

Wu Ming Gen, Kil-Ung Kim and Dong-Hyun Shin*

ABSTRACT

This study was conducted to determine the activity of ALS, content of endogenous free amino acids and fatty acids affected by herbicide mixture of cyhalofop-butyl, pyribenzoxim and pyrazosulfuron-ethyl. I_{50} values (concentration required for 50% inhibition of ALS activity) of pyribenzoxim herbicide on the activity of ALS in *Echinochloa crus-galli* and *Cyperus serotinus* *in vitro* were recorded at 4×100 nM and 5×10 nM, respectively, while I_{50} values of pyrazosulfuron against *E. crus-galli* and *C. serotinus* were 4.5×10 nM and 4×10 nM, respectively, and the mixture of two herbicides showed additive effect on ALS activity at the low application rate, and independent effect at the high application rates of two herbicides. The inhibition rates of the three herbicides mixture treatment on the three branch-chain amino acids such as valine, leucine and isoleucine were 74.6%, 66.6% and 57.9% in *C. serotinus* and 36.6% 51.1% and 48.1% in *E. crus-galli*, respectively. A little bit higher inhibitory effect on the three branch-chain amino acids in *C. serotinus* and *E. crus-galli* seedlings was observed in two herbicide mixture of pyribenzoxim with pyrazosulfuron than three herbicide mixture of cyhalofop with pyribenzoxim and pyrazosulfuron.

The interaction among three herbicides showed non-antagonism on the amounts of endogenous free amino acids.

Key word : Acetolactate synthase, Additive effect, Independent effect, Antagonism, Cyhalofop-butyl, Pyribenzoxim, Pyrazosulfuron-ethyl.

* 경북대학교 농과대학 농학과 Department of Agronomy, College of Agriculture, Kyungpook National University, Taegu 702-701, Korea (’98. 6. 29 接受)

緒 言

殺草 spectrum 増大의 目的으로 廣葉雜草의 분시아미노산 生合成 代謝過程에 關여하는 aceto-lactate synthase(以下 ALS) 活性을 阻害하는 除草劑와 禾本科雜草의 脂肪酸 生合成 代謝過程에 關여하는 acetyl-CoA carboxylase(ACCase) 活性을 阻害하는 除草劑의 混合劑 研究가 活潑히 進行되고 있다. 그러나 既存의 研究 結果 두 種類의 除草劑를 混合處理할 경우 禾本科雜草에 對해 拮抗作用이 있는 것으로 報告되어 있으며 拮抗作用 機作은 生合成 代謝過程에서의 feedback regulation에 의한 拮抗作用³⁾ 및 除草劑의 吸收와 移行에 對한 拮抗作用의^{6,8)} 可能性이 提起되어 왔지만 아직 뚜렷하게 밝혀져 있는 것은 없다.

前報¹³⁾에서 報告한 바와 같이 ACCase 活性 阻害型 除草劑 cyhalofop-butyl(以下 cyhalofop)와 ALS 活性 阻害型 除草劑 pyrazosulfuron-ethyl(以下 pyrazosulfuron) 및 pyribenzoxim 間의 相互作用을 分析한 結果 물피에 對해서는 除草劑間의 部分的 相加作用이 있었으나, cyhalofop와 pyribenzoxim 間에는 逆相互作用이 存在하는 것으로 나타났으며, 너도방동사니와 사마귀풀에 對해서는 pyrazosulfuron과 pyribenzoxim 間에만 相加作用 있는 것으로 報告하였다. 따라서 本 研究는 cyhalofop, pyrazosulfuron 및 pyribenzoxim을 混合 處理하였을 경우 相互作用의 機作을 究明하기 爲하여 ALS 活性 阻害效果 및 遊離 아미노산 含量變化와 脂肪酸 含量變化를 比較 檢定하였다.

材料 및 方法

1. Acetolactate synthase(ALS) 活性 測定

온실(35/20℃)에서 물피, 너도방동사니를 포트(넓이 : 21.5cm, 높이 : 15cm)에 栽培하여 20 日째 地上部를 40 g씩 採取하여 ALS 抽出試料로 使用하였다.

ALS 抽出은 Ray⁹⁾의 方法을 變形하여 抽出

하였다. 供試雜草를 採取하여 액체질소로 凍結시킨 뒤 막자사발로 마쇄하여 100 mM potassium phosphate 緩衝溶液(1 mM sodium pyruvate, 0.5 mM MgCl₂, 0.5 mM thiamine pyrophosphate(TPP), 10 μM flavine adenine dinucleotide(FAD), 10% (v/v) glycerol, pH 7.5) 80 ml를 넣어 均質化시킨 후 6겹의 miracloth로 여과한 여액을 4℃(以下 ALS 抽出條件은 4℃를 維持하였다)에서 27,000 rpm으로 20분간 遠心分離하여 상등액을 취하였다. 이 상등액에 ammonium sulfate 飽和溶液을 같은 量으로 混合하여 45분간 沈澱시킨 후 15,000 rpm에서 15분간 遠心分離하여 沈澱物을 얻었다. 沈澱物을 20 mM sodium pyruvate, 0.5 mM MgCl₂가 溶解된 100 mM potassium phosphate 緩衝溶液(pH 7.5) 14 ml에 懸濁시켜 동일한 緩衝溶液으로 飽和된 sephadex G-25 column(pharmacia PD-10)을 通過시켰다. Column으로부터 活性부위만 取하여 *in vitro* 實驗의 ALS 粗酵素로 使用하였다.

ALS 活性測定은 0.2 ml의 抽出한 粗酵素液에 0.7 ml의 反應液(20 mM sodium pyruvate, 0.5 mM MgCl₂, 0.5 mM TPP, 10 μM FAD를 溶解시킨 25 mM potassium phosphate 緩衝溶液, pH 7.0)과 實驗設計의 要求에 따른 除草劑의 最終處理濃도가 一定하게 되도록 調整한 0.01%의 acetone 除草劑溶液을 0.1 ml 넣고 30℃의 恒溫水槽에서 1時間 反應시킨 후 50 μl의 6N H₂SO₄溶液을 넣어 反應을 終了시켰다(다만 Blank에만 H₂SO₄溶液을 反應前에 넣었다).

酵素活性은 Westerfeld¹²⁾의 方法에 따라 生成된 acetoin의 量을 다음과 같이 測定하였다. 反應이 終了된 試料를 60℃의 恒溫水槽에서 15분간 decarboxylation 시키고 0.5%의 creatine 溶液과 10%의 NaOH에 溶解시킨 5%(W/V)의 1-naphthol 溶液을 각각 0.5 ml씩 넣고 vortex mixer로 約 10초간 섞은 다음 60℃의 恒溫水槽에서 15분간 發色시켰다. 發色이 끝난 각 試料를 波長 530 nm에서 吸光度를 測定하였다. 酵素의 活性은 acetoin의 standard curve를 利用하여 單位 時間에 生成되는 蛋白質 mg당 acetoin

의 量으로 표시하였다. 蛋白質의 量은 Bradford 方法으로 測定하였다.

2. 遊離 아미노산 含量 測定

온실(35/20℃)에서 피 및 너도방동사니 4.0 葉期에 除草劑 pyribenzoxim 10 g ai/ha, pyrazosulfuron 10 g ai/ha, 混合除草劑 pyribenzoxim+pyrazosulfuron 10+10 g ai/ha, cyhalofop+pyribenzoxim+pyrazosulfuron 100+10+10 g ai/ha를 1000 l/ha 量으로 稀釋하여 莖葉處理한 後 6日째 地上部를 각각 採取하여 105℃에서 15분간 放置하여 酵素의 活性을 消去한 後 60℃ 乾燥機에 넣어 乾燥시켜 마쇄한 乾燥試料 1 g을 EtOH 95%, 50%, 0% 抽出液(10 ml) 順으로 넣고 80-85℃ 항온수조에서 환류냉각관을 부착하여 2時間씩 2회 抽出하였으며, 抽出液을 Toyo No. 2 paper로 濾過한 後 분액갈대기에 濾過液을 넣고 chloroform을 添加하여 分離된 chloroform 층을 除去하고 여액에 diethyl ether을 添加하여 分離된 diethyl ether 층은 除去하고 물과 EtOH 층만 分離, 收集하였다. 分離 收集한 抽出液을 60℃ 항온수조에서 rotary evaporator로 減壓, 濃縮한 後 HPLC用 증류수로 2 ml이 되도록 溶解하여 아미노산 分析試料로 使用하였으며 遊離 아미노산 含量은 HPLC를 利用하여 測定하였다.

3. 脂肪酸 含量 測定

온실(35/20℃)에서 피 4葉期에 除草劑를 각기 cyhalofop 100, 200, 300 g ai/ha, pyribenzoxim

10 g ai/ha, pyrazosulfuron 10 g ai/ha, 混合除草劑로는 cyhalofop + pyribenzoxim + pyrazosulfuron 100+10+10 g ai/ha를 1000 l/ha 量으로 稀釋하여 莖葉處理한 後 遊離 아미노산 分析試料와 같은 方法으로 乾燥, 마쇄한 다음 Court 등⁴⁾의 方法에 따라 마쇄한 乾燥試料를 脂肪酸 抽出試料로 使用하였다. Glutaric acid(I.S.T.D) 50 mg 과 0.72 ml H₂SO₄가 含有된 10 ml MeOH로 24時間 振蕩하여 Toyo No. 2 paper로 濾過하였다. 濾過한 濾液에 chloroform을 10 ml를 가하여 물층과 分離된 chloroform 층을 동일하게 5 ml로 抽出 濃縮하여 gas chromatograph의 脂肪酸 分析試料로 使用하였다.

結果 및 考察

1. Acetolactate synthase 活性에 미치는 影響

4葉期 물피의 地上部에서 抽出한 ALS 活性을 50% 抑制(I₅₀)하는 pyrazosulfuron과 pyribenzoxim의 處理濃度는 각각 4.5×10⁻² nM, 4×10⁻² nM 이었고(표 1), 너도방동사니에서 抽出한 ALS 活性을 50% 抑制하는 I₅₀은 각각 4×10⁻² nM, 5×10⁻² nM이었으며(표 2), pyrazosulfuron의 ALS 活性 阻害效果는 pyribenzoxim에 비해 약 10배 정도 강하게 나타나 草種에 따른 阻害效果 差異는 크지 않았다.

除草劑 pyrazosulfuron과 pyribenzoxim 混合處理에서 低濃度 處理에서는 相加的作用을 보였고 高濃度 處理에서는 濃도가 높은 쪽의 效果

Table 1. Activity of acetolactate synthase of *Echinochloa crus-galli* treated with pyrazosulfuron, pyribenzoxim and pyrazosulfuron+pyribenzoxim.

Pyrazosulfuron (nM)	Pyribenzoxim(nM)						
	0	10	50	100	500	1000	5000
 % of control						
0	100(91.9) ¹⁾	84.2	69.9	69.0	44.0	21.2	6.9
10	74.4	70.3		57.6		20.7	
100	34.5	36.0		30.6		20.9	
1000	17.7	18.1		18.1		17.6	

1) Values in parentheses indicate acetolactate synthase activity(μM acetoin/mg protein/hr).

Table 2. Activity of acetolactate synthase of *Cyperus serotinus* treated with pyrazosulfuron, pyribenzoxim and pyrazosulfuron+pyribenzoxim.

Pyrazosulfuron (nM)	Pyribenzoxim(nM)			
	0	10	100	1000
 % of control			
0	100(115.9) ¹⁾	90.5	60.1	26.0
10	63.0	51.4	50.7	23.0
100	31.8	29.1	28.4	13.2
1000	13.5	13.9	12.8	12.2

1) Values in parentheses indicate acetolactate synthase activity(μ M acetoin/mg protein/hr).

를 나타내는 傾向을 보였다(표 1, 2). 이는 김 등¹⁾이 옥수수를 實驗材料로 ALS 活性에 대한 chlorsulfuron과 imazaquin 混合除草劑의 相互作用을 分析한 結果와 類似하였다.

같은 方法으로 물피에서 抽出한 ALS 抽出溶液에 cyhalofop를 處理하여 ALS 活性을 測定한 結果(표 3), ALS 活性에 대한 阻害效果가 없었으며 cyhalofop을 混合處理時 pyrazosulfuron과 pyribenzoxim의 阻害效果에는 影響을 미치지 않는 것으로 나타났다.

또한 ALS 活性 阻害型 除草劑 pyrazosulfuron은 *in vitro* 實驗에서 ACCase의 活性에 대한 阻害效果는 없었으며²⁾, 바랭이 除草效果에 있어서 fluazifop-P와 DPX-PE 350(ALS 活性 阻害型 除草劑) 間에 拮抗作用이 있었지만 抽出한 ACCase 活性에 대해서는 DPX-PE 350의 抑制效果가 없었다⁶⁾는 점을 考慮할 때 ACCase 活性 및 ALS 活性 阻害效果에 있어서 cyhalofop과 pyrazosulfuron, cyhalofop과 pyribenzoxim 間에는 拮抗作用이 存在하지 않고 各自의 目標

酵素에 대해 獨立的으로 阻害作用을 하는 것으로 思料된다.

2. 遊離 아미노산 含量에 미치는 影響

除草劑處理에 의한 遊離 아미노산 및 아미노산 derivative의 含量變化는 valine, leucine, isoleucine 등 含量은 減少되었고, proline 및 arginine 등의 含量은 增加되었고, histidine과 threonine 등은 含量變化가 거의 없었다. 아미노산 및 아미노산 derivative 含量은 물피와 너도방동사나 間에도 다소 差異가 있었으며(표 4, 5) 아미노산 種類에 따라 多樣하고 複雜한 樣相을 나타내므로 本 實驗 結果로서 아미노산 生合成 阻害效果에 대한 除草劑 cyhalofop, pyribenzoxim 및 pyrazosulfuron 間의 相互作用 機作을 究明하거나 相互作用 類型을 具體적으로 解釋하기에는 힘든 것으로 思料된다. 다만 ALS와 關聯되는 3種의 분지아미노산 valine, leucine, isoleucine의 含量은 너도방동사나 물피 등 草種에 關係없이 pyrazosulfuron 10 g ai/ha 處理에서 pyribenzoxim 10 g ai/ha 處理보다 더 크게 減少되어 ALS 活性 阻害效果와 一致한 結果를 보였으며, pyribenzoxim+pyrazosulfuron과 cyhalofop+pyribenzoxim+pyrazosulfuron 處理에 의해 너도방동사나의 valine은 80%, 74.6%, leucine은 76.4%, 66.6%, isoleucine은 68.4%, 57.9%씩 各各 減少되었고, 물피의 valine은 46.7%, 36.6%, leucine은 53.2%, 51.1%, isoleucine은 52%, 48%씩 各各 減少되어 물피보다 너도방동사나의 3種의 분지아미노산 含量이 더 크게 減少되었고, cyhalofop+pyribenzoxim+pyrazosulfuron 處理보다 cyhalofop을 混合하지 않은 pyribenzoxim+pyrazosulfuron 處理에서 減少幅이 다소

Table 3. Activity of acetolactate synthase of *Echinochloa crus-galli* treated with cyhalofop, pyrazosulfuron+pyribenzoxim and cyhalofop+pyribenzoxim + pyrazosulfuron.

Untreated control	Cyhalofop(nM)			PYR + BIS(nM) (100+100)	CYH+PYR/BIS(nM) ¹⁾ (1000+100+10)
	100	1000	10000		
 % of control				
100	96.4	100.1	95.3	30.6	29.9

1) CYH; Cyhalofop, BIS; Pyribenzoxim, PYR; Pyrazosulfuron

더 커 분지아미노산 함량에 대해 cyhalofop의拮抗作用이 다소 있는 것으로推定되는데 분지아미노산 生合成과 脂肪酸 生合成間에 feedback system이 存在한다⁷⁾는 점을 考慮할 때 脂肪酸 生合成 阻害로 분지아미노산 前驅物質

(reacting substance)인 pyruvate 함량이 增加되고 따라서 분지아미노산 함량도 다소 增加되는 것으로 思料되어 cyhalofop 處理에 의한 pyruvate 함량變化 및 이에 따른 遊離 분지아미노산 함량變化의 研究가 必要된다고 본다.

Table 4. Changes of free amino acid content in *Cyperus serotinus* as affected by different herbicide treatments¹⁾.

Amino acids	Herbicide(g ai/ha)				
	Untreated (0)	BIS (10)	PYR (10)	BIS/PYR (10/10)	CYH/BIS/PYR ²⁾ (100/10/10)
 nmol				
Urea	17.0	14.0	7.7	6.2	6.0
Aspartic	6.0	tr ³⁾	tr	tr	tr
Hydroxyproline	14.5	16.7	tr	tr	tr
Threonine	7.7	7.9	7.3	5.4	6.5
Serine	6.0	6.9	7.7	6.7	9.7
Asparagine	12.3	21.2	16.9	15.0	25.8
Glutamic acid	6.7	7.6	3.7	4.2	7.3
Glutamine	2.2	2.0	1.1	1.2	5.2
Sarcosine	4.6	3.2	2.9	2.6	2.7
α -Aminoadipic acid	0.5	0.4	1.0	0.8	1.4
Proline	9.7	31.6	87.4	68.0	103.6
Glycine	4.9	5.1	4.8	4.3	5.3
Alanine	38.7	43.6	47.9	38.4	51.6
Citrulline	0.5	1.1	1.3	tr	tr
α -aminoisobutyric acid	tr	tr	tr	0.8	1.7
Valine	13.0	12.8	4.4	2.6	3.3
Methionine	tr	0.1	0.2	0.1	0.3
Cystathionine	0.1	0.1	0.3	0.1	0.1
Isoleucine	5.7	5.2	3.1	1.8	2.4
Leucine	7.2	6.6	3.2	1.7	2.4
Tyrosine	2.6	2.6	1.6	1.4	1.5
β -Alanine	1.0	1.1	1.3	1.2	1.5
Phenylalanine	3.8	3.0	1.5	1.2	1.2
γ -Aminoisobutyric acid	34.1	34.5	23.5	17.9	21.1
Ammonia	19.6	21.7	9.7	10.0	6.6
Ornithine	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2
Lysine	3.2	3.0	2.0	1.4	1.8
1-Methylhistidine	tr	tr	tr	tr	0.2
Histidine	0.8	0.9	0.7	0.6	0.8
Anserine	9.3	8.4	6.3	5.1	7.1
Arginine	1.6	2.5	2.4	2.1	2.7

1) Plants were harvested at 6 DAA.

2) CYH=Cyhalofop, BIS=Pyribenzoxim, PYR=Pyrazosulfuron.

3) Trace(<0.09 nmol).

Table 5. Changes of free amino acid content in *Echinochloa crus-galli* as affected by different herbicide treatments¹⁾.

Amino acids	Herbicide(g ai/ha)				
	Untreated (0)	BIS (10)	PYR (10)	BIS/PYR (10/10)	CYH/BIS/PYR ²⁾ (100/10/10)
 nmol				
Tauine	2.1	tr ³⁾	tr	tr	tr
Urea	35.8	9.8	7.2	tr	tr
Threonine	14.0	11.1	8.5	10.9	14.7
Serine	19.4	11.4	10.7	23.9	49.0
Asparagine	18.0	14.9	11.5	25.8	46.0
Glutamic acid	4.4	3.5	4.3	5.1	7.8
Glutamine	4.5	3.3	3.5	4.8	13.2
Sarcosine	2.7	1.5	1.6	2.1	2.4
α -Aminoadipic acid	0.5	0.6	0.6	0.8	1.5
Proline	24.3	15.0	19.6	28.3	29.2
Glycine	9.8	5.7	4.6	5.9	9.1
Alanine	88.9	96.5	41.9	57.6	118.5
Citrulline	tr	tr	0.6	tr	tr
α -aminoisobutyric acid	32.4	2.8	1.4	1.5	5.8
Valine	19.7	13.5	10.1	10.5	12.5
Methionine	LC	0.2	0.1	0.8	2.1
Cystathionine	0.2	0.2	0.3	0.3	0.6
Isoleucine	10.2	7.3	4.6	4.9	5.3
Leucine	14.1	10.7	6.7	6.6	6.9
Tyrosine	6.7	5.0	3.5	3.6	4.5
β -Alanine	2.4	1.4	1.4	2.7	4.3
Phenylalanine	9.4	6.6	4.6	4.7	6.2
γ -Aminoisobutyric acid	48.0	36.3	28.7	31.9	39.4
Ammonia	49.2	15.9	10.5	17.1	17.7
DL-5-Hydroxylysine	0.4	0.2	tr	tr	0.1
Ornithine	1.7	0.4	0.3	0.3	0.5
Lysine	8.4	6.1	4.7	4.9	7.2
Histidine	1.6	1.7	1.3	1.6	2.3
Anserine	tr	11.6	8.8	7.6	9.6
Arginine	5.3	4.6	5.3	6.7	12.6

1) Plants were harvested at 6 DAA.

2) CYH=Cyhalofop, BIS=Pyribenzoxim, PYR=Pyrazosulfuron

3) Trace(<0.09 nmol).

3. 脂肪酸 含量에 미치는 影響

除草劑 cyhalofop의 處理量이 增加함에 따라 물피의 脂肪酸 種類別 및 總 脂肪酸 含量이 減少되었는데 總 脂肪酸 含量은 無處理에 비해 cyhalofop 100, 200, 300 g ai/ha 處理量에서 각각 53.8%, 57.6%, 65.8%씩 減少되었으며(표

6) 脂肪酸가운데 palmitic acid, palmitoleic acid 가 oleic acid, linoleic acid 및 linolenic acid보다 적게 減少되었다. Pyrazosulfuron과 pyribenzoxim 각각 10 g ai/ha 處理에서는 palmitic acid의 含量은 적게 減少되었지만 기타 脂肪酸 含量은 크게 減少되었는데 이는 pyrazosulfuron과 pyri-

Table 6. Changes of fatty acid content in *Echinochloa crus-galli* as affected by different herbicide treatments.

Herbicide	Dose(g ai/ha)	Fatty acids						Total
		C _{16:0}	C _{16:1}	C _{18:0}	C _{18:1}	C _{18:2}	C _{18:3} ¹⁾	
	 % of control						
Control	0	100	100	100	100	100	100	100
Cyhalofop	100	70.5	53.6	56.8	25.9	23.7	30.3	46.2
Cyhalofop	200	52.5	64.6	55.4	25.0	26.3	37.3	42.4
Cyhalofop	300	47.1	43.7	49.5	17.4	18.3	25.2	34.2
Pyribenzoxim	10	80.3	48.6	45.6	37.1	39.7	37.9	56.8
Pyrazosulfuron	10	74.7	25.6	49.4	26.7	25.1	21.8	45.5
CYH/BIS/PYR ²⁾	100/10/10	37.2	33.7	53.0	23.4	26.2	31.2	33.1

- 1) C_{16:0}= Palmitic acid, C_{16:1}= Palmitoleic acid, C_{18:0}= Stearic acid, C_{18:1}= Oleic acid, C_{18:2}= Linoleic acid, C_{18:3}= Linolenic acid.
 2) CYH=Cyhalofop, BIS=Pyribenzoxim, PYR=Pyrazosulfuron

Table 7. Relative proportions of fatty acid content in *Echinochloa crus-galli* as affected by different herbicide treatments.

Herbicide	Dose(g ai/ha)	Fatty acids						Total
		C _{16:0}	C _{16:1}	C _{18:0}	C _{18:1}	C _{18:2}	C _{18:3} ¹⁾	
	 % of control						
Untreated	0	43.9	0.8	2.0	1.5	11.9	38.5	100
Cyhalofop	100	67.0	0.9	2.4	0.8	6.1	25.3	100
Cyhalofop	200	54.2	1.1	2.6	0.9	7.4	33.8	100
Cyhalofop	300	60.5	1.0	2.8	0.7	6.4	28.7	100
Pyribenzoxim	10	62.0	0.6	1.6	1.0	8.3	25.7	100
Pyrazosulfuron	10	72.0	0.4	1.7	0.9	6.6	18.4	100
CYH/BIS/PYR ²⁾	100/10/10	49.4	0.6	3.1	0.1	9.4	36.2	100

- 1) C_{16:0}= Palmitic acid, C_{16:1}= Palmitoleic acid, C_{18:0}= Stearic acid, C_{18:1}= Oleic acid, C_{18:2}= Linoleic acid, C_{18:3}= Linolenic acid.
 2) CYH=Cyhalofop, BIS=Pyribenzoxim, PYR=Pyrazosulfuron.

benzoxim 두 除草劑가 ACCase의 活性을 直接 阻害하여 脂肪酸 生合成을 抑制하는 것은 아니지만 기타 生長抑制機作^{5,10,11)}으로 의한 間接的인 脂肪酸 生合成 阻害效果가 있는 것으로 推測한다. Cyhalofop+pyribenzoxim+pyrazosulfuron 100+10+10 g ai/ha 處理에서는 總 脂肪酸은 含量이 66.9% 減少되어 cyhalofop 300 g ai/ha 處理와 類似하였으며, 脂肪酸 種類別 均一하게 減少되는 傾向을 보여(표 7) 混合處理할 경우 3種의 除草劑 間에 脂肪酸生合成 阻害效果에 대한 拮抗作用은 없는 것으로 思料된다.

摘 要

除草劑 cyhalofop, pyrazosulfuron 및 pyribenzoxim 混合處理의 相互作用 機作을 究明하고자 混合除草劑 處理에 의한 ALS 活性 阻害效果 및 遊離 아미노산 含量變化和 脂肪酸 含量變화를 조사한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. *In vitro*에서 ALS 活性 阻害效果는 pyribenzoxim의 I₅₀은 물피와 너도방동사니에서 各 各 4×100 nM과 5×100 nM였으며, pyrazosulfuron의 I₅₀은 각각 4.5×10 nM과 4×10

nM로 두 除草劑 混合處理時 ALS 活性 沮害效果는 低濃度處理에서 相加的作用, 高濃度處理에서는 獨立作用을 보였다.

2. 3種類 除草劑(cyhalofop+pyribenzoxim+pyrazosulfuron 100+10+10 g ai/ha) 混合處理에 의해 너도방동사니와 물피의 valine, leucine 및 isoleucine의 含量은 58~75%, 37%, 51%씩 各各 減少하여 저해정도가 물피보다 너도방동사니에서 더 컸으며, 그 경향은 cyhalofop을 混合하지 않은 2種類의 混合除草劑 處理에서 다소 높았으나 草種 및 除草劑 種類에 따라 相異하였다.
3. 3種의 除草劑處理에 의해 總 脂肪酸 含量 및 脂肪酸 種類別 含量이 모두 減少되었으나 脂肪酸 含量에 대한 3種 除草劑間의 拮抗作用은 없었다.

參 考 文 獻

1. 김기주 · 황인택 · 최정섭 · 조광연 · 변종연. 1996. Chlo sulfuron과 Imazaquin에 대한 옥수수의 생리적 반응. 韓雜草誌. 16(1) : 64-71.
2. 黃仁澤. 1994. Sulfonylurea 및 Imidazoline계 除草劑에 대한 1,8-Naphthalic Anhydride의 藥害輕減 效果와 作用機作. 全南大學校 農學博士論文. pp. 67.
3. Bjelk, A.L. and T.J. Monaco. 1992. Effect of chlorimuron and quizalofop on fatty acid biosynthesis. Weed. 40 : 1-6.
4. Court, W.A., J.M. Elliot and J.G. Hendel. 1982. Influence of applied nitrogen on the non-volatile fatty and organic acids of flue-cured tobacco. Can. J. 62(2) : 489-496.
5. Epplevaum, S. and D. Landstein. 1992. Is the inhibitory effect of the herbicide sulfometuron-methyl due to 2-ketobutyrate accumulation? In B.K. Singh, H. Flores and H. Shannon (eds.) Biosynthesis and Molecular Regulation of Amino Acids in Plants. American Soc., Plant Physiol., Rockville, MD. pp. 352-353.
6. Ferreira, K.L., J.D. Burton and H.D. Coble. 1995. Physiological basis for antagonism of fluazifop-P by DPX-PE350. Weed Sci. 43 : 184-191.
7. Gerwick, B.C., P. Thompson, and R. Noveroske. 1988. Potential mechanisms in antagonism with aryloxyphenoxypropionate herbicides. Abst. Weed Sci. Soc. Am. 28 : 100.
8. Hahn, K.L. and H.D. Coble. 1989. Characterization of the antagonism between quizalofop and chlorimuron. Proc. South. Weed Sci. Soc. 42 : 276.
9. Ray, T.B. 1984. Site of action of chlorsulfuron inhibition of valine and isoleucine biosynthesis in plants. Plant Physiol. 75 : 827-831.
10. Kim S.M. and W.H.V. Born. 1997. Carbon allocation and translocation in chlorsulfuron-treated canola (*Brassica napus*). Weed Sci. 45 : 466-469.
11. Kim S.M., K.S.S. Han and W.H.V. Born. 1997. Effect of chlorsulfuron on assimilate transport : Ultrastructural implications. Weed Sci. 45 : 470-473.
12. Westerfeld, W.W. 1945. A colorimetric determination of blood acetoin. J. Biol. Chem. 161 : 495-502.
13. 오명근 · 김길웅 · 신동현. 1998. Cyhalofop-butyl, bispyribenzoxim 및 pyrazosulfuron-ethyl의 相互作用效果 및 相互作用機作에 關하여. 第1報 除草劑間의 相互作用效果. 한국잡초학회 18(2) : 154-160.