

벼에 있어서 Butachlor 藥害에 미치는 1, 8-Naphthalic Anhydride의 藥害輕減效果

全 載 哲 · 黃 仁 澤 · 韓 民 淑*

Antidoting Effect of 1, 8-Naphthalic Anhydride on Butachlor Phytotoxicity in Rice

Chun, J. C., I. T. Hwang and M. S. Han*

ABSTRACT

Antidoting effect of 1,8-naphthalic anhydride (NA) on butachlor [2-chloro-2', 6'-diethyl-N-(butoxyethyl) acetanilide] phytotoxicity in rice was determined at different seeding depths and application rates of butachlor. The most sensitive response to NA was found in mesocotyl of rice (*Oryza sativa* L.). The mesocotyl length decreased with use of NA when seeded 2 to 4 cm deep, whereas no effect was obtained in plant height, root length and coleoptile length. Phytotoxic effect of butachlor to rice sown in vermiculite saturated with butachlor solutions decreased with use of NA at all seeding depths employed. However, depth protection was not observed when planted 3 to 4 cm deep without use of NA. Use of NA resulted in reduction in the phytotoxicity at concentrations of butachlor lower than 40 ppmw. The results indicated that the antidoting effect of NA was not due to reduction of mesocotyl elongation which would result in decrease in butachlor uptake through the mesocotyl.

Key words: butachlor, 1,8-naphthalic anhydride, mesocotyl.

緒 言

化學的 雜草防除를 目的으로 處理되는 除草劑는 直接, 間接으로 作物에 接觸되거나 吸收된 後에 藥害를 誘發한다. 만일 作物이 處理된 除草劑에 대하여 本質的으로 生理的 選擇性을 가지고 있지 않다면 除草劑는 一次的으로 여러가지 生化學的 變化를 일으키고, 뒤이어 肉眼으로도 觀察할 수 있는 生育 및 構造에 沮害 症狀를 나타내게 된다.¹⁾ 이러한 除草劑의 作物에 대한 藥害는 除草劑와 作物間의 接觸을 物理的인 方法으로 極小化시키거나 막음으로써 줄일 수 있으며,

또한 特別한 目的으로 開發된 NA와 같은 藥劑의 使用으로 藥害를 輕減시킬 수 있다.

除草劑 butachlor의 直播 벼에 대한 藥害는 벼 種자를 깊게 播種함으로써 피할 수 있거나^{5,6)}, 藥害輕減劑인 NA 등을 使用함으로써 줄일 수 있음⁷⁾이 報告되어 지 있다. Chun과 Moody⁸⁾는 벼가 butachlor로부터 藥害를 받지 않는 경우에는 벼의 中莖이 地下에서 伸長된 後 butachlor 處理層을 通過하지 않음으로 해서 butachlor와의 接觸 및 吸收를 피할 수 있어 深播效果를 얻을 수 있기 때문이라 하였다. 이러한 벼에 대한 深播效果는 molinate⁹⁾, thiobencarb¹⁰⁾ 등에서도 報告된 바 있다. 한편 손 등¹¹⁾은 벼의 中莖

1) 本 論文은 1983 年度 韓國科學財團研究費로 遂行된 研究의 一部임.

* 全北大學校 農科大學 農化學科.

* Department of Agricultural Chemistry, Jeonbug National University, Jeonju 520, Korea.

伸長은 NA의 處理濃度 增加와 함께 현저하게 減少됨을 報告하였는데, 이 경우 NA에 의한 中莖의 伸長 減少로 處理된 除草劑의 接觸 吸收을 좋게 하여 藥害를 輕減시킬 수 있는 物理的 選擇性的 幅을 넓혀 주는 效果를 期待할 수도 있다. 그러나 Hickey와 Krueger⁶⁾ 및 Blair 등²⁾은 NA와 같은 藥害輕減劑의 作用性은 物理的인 것 보다는 作物에 吸收된 後 除草劑와의 相互作用力에 의해서 藥害輕減效果를 나타낼 것이라 하여 生理的인 作用性이 클 것임을 강조하였다.

本 研究는 直播벼에 있어서의 NA에 의한 butachlor의 藥害輕減效果를 butachlor 溶液으로 飽和된 vermiculite 上에서 播種深度別 및 butachlor 處理濃度別로 檢討하여, 이의 作用性이 生理的인 면에서 基因되고 있는지의 여부를 밝히고자 試圖하였다.

材料 및 方法

벼 種子(品種 IR9575) 20粒을 0 및 1% NA (w/w)로 種子粉衣處理하였다. 播種直前 벼 種子와 所定의 NA를 各 各 후라스크에 넣고 NA가 種子에 고루 粉衣될 때까지 잘 흔들었다. 이 種子는 蒸溜水

로 飽和시킨 vermiculite가 담긴 直徑 14 cm 플라스틱 포트에 1, 2, 3 및 4 cm 깊이로 播種하였다. 한편 butachlor 處理에 따른 NA의 影響을 檢討하기 위하여 위와 同一한 方法으로 準備한 포트의 vermiculite를 10 ppmw의 butachlor 로써 飽和시켜 實施하였다. Butachlor 處理濃도에 따른 NA의 影響은 3 cm 깊이로 播種된 포트를 0, 1, 5, 10, 20 및 40 ppmw의 butachlor 溶液으로 飽和되도록 處理하였다. 處理完了後 포트는 晝間 32 C, 夜間 18 C의 溫度 範圍로 13時間의 日長 條件下에서 10日間 生育시킨 다음, vermiculite를 조심스럽게 물로 除去하고 草長, 根長, 葉鞘 및 中莖의 길이를 測定하였다.

本 實驗은 4反復 分割區 配置로 實施하여 主區는 NA處理와 NA 無處理를, 副區는 實驗의 種類에 따라 播種深度別 또는 butachlor 處理濃度別로 하였다.

結果 및 考察

NA로 種子粉衣 處理한 벼 種子의 生育은 播種深度에 關係없이 草長 및 根長에 있어서 NA 無處理 벼 種子에 比하여 有意差가 없었다. 그러나 播種深度別

Table 1. Plant height and root length of rice as affected by depth of seeding and use of naphthalic anhydride.^a

Depth of seeding (cm)	Plant height (cm)			Root length (cm)		
	With NA	Without NA	Difference	With NA	Without NA	Difference
1	10.6 a	12.3 a	-1.7 ^{ns}	10.3 a	12.0 a	-1.7 ^{ns}
2	10.7 a	12.3 a	-1.6 ^{ns}	11.9 a	13.4 a	-1.5 ^{ns}
3	10.0 a	12.7 a	-2.7 ^{ns}	12.0 a	10.2 a	1.8 ^{ns}
4	9.4 a	10.6 a	-1.2 ^{ns}	8.9 b	7.8 b	1.1 ^{ns}

^aIn a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

ns = Not significant.

로 보면 NA處理에 관계없이 根長에 있어서 4 cm로 播種될 때 減少되는 傾向을 나타내었다(表 1). 이러한 뿌리의 生育 阻害는 NA를 使用하지 않았을 때에도 나타나는 것으로 보아 NA에 의한 生育 阻害라기 보다는 播種深度가 깊어서 發芽 生育까지 要求되는 時間이 다른 播種深度의 것보다 오래되어 生育이 遲延되었기 때문인 것으로 생각된다.

NA 使用에 따른 葉鞘의 伸長은 播種深度가 깊어지면서 增加하였지만, 各各의 播種深度에서의 NA 使用有無에 따른 葉鞘 伸長 差異에는 有意差가 없었다

(表 2). 中莖에 있어서는 播種深度가 깊어지면서 NA 使用에 관계없이 中莖도 比例적으로 增加하고 있었지만, 그 伸長率에 있어서는 NA를 使用하면 보다 完만하여 播種深度가 2 cm 以上으로 깊어지면서 NA 使用에 의한 中莖 伸長 減少의 有意差를 認定할 수 있었다. 以上의 結果는 벼의 發芽 生育 過程중 NA에 對하여 가장 敏感하게 反應을 나타내는 部分은 中莖임을 보여 주었으며, 또한 NA 處理에 의해서 中莖 伸長이 抑制된다 하더라도 벼의 生育 즉 草長과 根長의 生育 등에는 影響이 없음을 나타낸 結果

Table 2. Coleoptile and mesocotyl elongation of rice as affected by depth of seeding and use of naphthalic anhydride.^a

Depth of seeding (cm)	Coleoptile (mm)			Mesocotyl (mm)		
	With NA	Without NA	Difference	With NA	Without NA	Difference
1	7.5 c	7.1 c	0.4 ^{ns}	4.7 d	5.7 d	-1.0 ^{ns}
2	9.9 bc	7.6 c	2.3 ^{ns}	10.8 c	13.6 c	-2.8*
3	11.9 b	10.9 b	1.0 ^{ns}	16.1 b	20.2 b	-4.1*
4	15.7 a	14.3 a	1.4 ^{ns}	20.5 a	27.5 a	-7.0**

^aIn a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

*Significant at the 5% level (LSD), **Significant at the 1% level (LSD),

ns = Not significant.

Table 3. Plant height and root length of rice as affected by depth of seeding and use of naphthalic anhydride with butachlor application.^a

Depth of seeding (cm)	Plant height (cm)			Root length (cm)		
	With NA	Without NA	Difference	With NA	Without NA	Difference
1	10.0 a	5.7 ab	4.3*	10.9 a	9.6 a	1.3 ^{ns}
2	9.4 a	6.3 a	3.1*	11.7 a	9.3 a	2.4 ^{ns}
3	8.6 a	4.9 ab	3.7*	8.8 ab	8.9 a	-0.1 ^{ns}
4	9.5 a	4.1 b	5.4*	7.2 b	6.1 b	1.1 ^{ns}

^aIn a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test. The 10 ppmw of butachlor concentration was used.

*Significant at the 5% level (LSD), ns = Not significant.

이었다.

NA에 의한 中莖 伸長 減少 効果는 種子가 깊게 播種되었을때 除草劑로부터 藥害를 피할 수 있는 深播 効果⁵⁾와 관련지을 수 있다. 즉, 深播 効果는 깊게 播種된 種子로부터 發芽 生育된 幼苗의 中莖이 除草劑 處理層으로부터 隔離됨으로써 얻어질 수 있는데, NA 사용에 따라 深播 種子의 中莖 伸長을 減少시켜 除草

劑 處理層과의 接觸 기회를 줄임으로써 이로 因하여 部分的으로는 物理的인 藥害輕減 効果를 나타낼 수 있을 것으로 생각할 수 있다. 그러나 위의 結果로부터 豫想할 수 있었던 NA에 의한 藥害輕減 効果는 中莖 伸長 減少 効果에 의해서 深播된 경우에만 나타나 는 것이 아니라, 1~2cm로 얇게 播種된 경우에도 나타나고 있었다. 즉, 草長에 나타난 butachlor의

Table 4. Coleoptile and mesocotyl elongation of rice as affected by depth of seeding and use of naphthalic anhydride with butachlor application.^a

Depth of seeding (cm)	Coleoptile (mm)			Mesocotyl (mm)		
	With NA	Without NA	Difference	With NA	Without NA	Difference
1	5.7 c	7.4 c	-1.7 ^{ns}	4.9 c	5.8 d	-0.9 ^{ns}
2	11.3 b	11.3 b	0 ^{ns}	10.5 b	10.1 c	0.4 ^{ns}
3	14.2 b	11.0 b	3.2*	15.3 a	17.8 b	-2.5*
4	20.2 a	16.6 a	3.6*	16.9 a	22.1 a	-5.2**

^aIn a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test. The 10 ppmw of butachlor concentration was used.

*Significant at the 5% level (LSD), **Significant at the 1% level (LSD),

ns = Not significant.

藥害는全體播種深度에서 NA 使用에 따라 현저히減少되었으나, 根長에서는 그 有意差를 認定할 수 없었다(表 3). 한편 葉鞘와 中莖은 播種深度의 增加와 함께 NA 使用區와 NA 無使用區에서 모두 길어지는 傾向이었지만, 3 cm 와 4 cm 播種深度에 있어서 葉鞘의 경우에는 NA 無使用區에서, 또 中莖의 경우에는 NA 使用區에서 더욱 짧게 伸長되어 그 有意差가 認定되었다(表 4).

播種深度 3 cm 와 4 cm 에서 NA 處理에 따른 葉鞘伸長에 有意差를 보였던 것은 NA에 의한 效果라기 보다는 벼의 生育 特性 때문인 것으로 생각된다. NA는 葉鞘伸長에 影響을 미치지 않기 때문에⁴⁾, 本實驗 結果에서는 一定 播種深度內에서 外部 條件에 따라 中莖이 減少된 만큼을 葉鞘가 附隨的으로 伸長되어 補償되었던 것으로 생각된다. 벼 種子의 播種 位置로부터 地表下까지 사이에는 中莖과 葉鞘로 이루어져 있는데, 中莖은 品種의 遺傳的 特性에 따라 伸長

되지만⁵⁾¹¹⁾, 그 伸長 程度는 여러가지 外部의 環境 條件에 따라 影響을 받는다. 이와같은 影響에 따라 中莖伸長이 減少되면 葉鞘는 반대로 伸長이 增大되어¹²⁾ 葉鞘部의 地上部 出現을 可能케 만든다.

本實驗은 NA의 藥害輕減 效果를 나타내는 作用 機構는 中莖伸長 減少와 같은 벼의 外部形態의 變化에 의한 것이 아님을 示唆해 주고 있는 것으로, 本實驗에서와 같이 土壤을 媒體로 使用하지 않고 대신 vermiculite를 使用하여 除草劑 溶液으로 이를 完全히 飽和시킨 경우에는 어느 播種深度에서든지 벼가 發芽된 후에 地下에 남게 되는 모든 部分 즉 葉鞘, 中莖 및 뿌리가 除草劑와 直接的으로 接觸되기 때문에 NA에 의한 藥害輕減 效果를 얻기 위해서는 除草劑 處理層과 벼의 吸收 部位와의 隔離 以外의 다른 生理的 作用機構가 있어 이를 可能케 할 것으로 생각된다.

NA에 의한 藥害輕減 效果를 butachlor의 여러 濃度 範圍內에서 檢討하여 本 結果, 草長에 있어서는

Table 5. Plant height and root length of rice as affected by rate of butachlor application and use of naphthalic anhydride.^a

Rate of application (ppmw)	Plant height (cm)			Root Length (cm)		
	With NA	Without NA	Difference	With NA	Without NA	Difference
0	10.1 a	11.3 a	-1.2 ^{ns}	10.7 a	13.4 a	-2.7 ^{ns}
1	7.4 b	8.4 a	-1.0 ^{ns}	9.8 a	13.1 a	-3.3 ^{ns}
5	8.0 ab	4.4 b	3.6*	10.6 a	9.5 b	1.1 ^{ns}
10	6.9 bc	4.6 b	2.3*	8.8 a	6.1 c	2.7 ^{ns}
20	5.2 cd	2.6 b	2.6*	8.6 a	5.8 c	2.8 ^{ns}
40	3.1 d	2.3 b	0.8 ^{ns}	6.0 b	5.5 c	1.5 ^{ns}

^aIn a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test. The rice seeds were planted 3 cm deep.

*Significant at the 5% level (LSD), ns = Not significant.

Table 6. Coleoptile and mesocotyl elongation of rice as affected by rate of butachlor application and use of naphthalic anhydride.^a

Rate of application (ppmw)	Coleoptile (mm)			Mesocotyl (mm)		
	With NA	Without NA	Difference	With NA	Without NA	Difference
0	10.7 b	12.0 a	-1.3 ^{ns}	16.5 a	20.9 a	-4.4*
1	11.4 b	13.7 a	-2.3 ^{ns}	14.3 ab	19.5 ab	-5.2**
5	17.7 a	12.7 a	5.0**	11.4 bc	17.2 abc	-5.8**
10	17.3 a	13.4 a	3.9*	12.7 b	16.7 bc	-4.0*
20	17.6 a	12.7 a	4.9**	11.4 bc	13.6 cd	-2.2*
40	15.7 a	12.3 a	3.4*	9.4 c	12.4 d	-3.0*

^aIn a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test. The rice seeds were planted 3 cm deep.

*Significant at the 5% level (LSD), **Significant at the 1% level (LSD),

ns = Not significant.

butachlor의 處理 濃度 增加와 함께 벼의 藥害가 增大되었지만 低濃度인 1 ppmw에서는 NA 處理 效果를 보이지 않았으며 butachlor 濃度 5~20 ppmw 사이에서 NA 處理로 藥害의 增大幅이 현저히 둔화되어 NA 無處理에 比하여 有意性있는 藥害輕減 效果를 나타내었다. 그러나 butachlor의 濃度가 40 ppmw로 높아지면 NA의 藥害輕減 效果는 나타나지 않았다(表 5). NA 處理에 따른 藥害輕減 效果가 없었던 butachlor 1 ppmw 水準에서는 butachlor의 處理濃度가 너무 낮았던 관계로 藥害가 없었던 結果 때문이었지만, 高濃度인 40 ppmw 水準에서도 NA의 效果가 없었던 것은 NA가 藥害輕減 效果를 나타낼 수 있는 限界濃度 以上の 水準으로 butachlor가 處理되었던 때문으로 생각된다. 根長에 있어서는 butachlor에 의한 藥害가 高濃度 處理區에서 나타났으나, NA에 의한 輕減效果에는 有意差를 認定할 수 없었다.

草長에서 나타났던 NA에 의한 藥害輕減 效果는 葉鞘에 있어서도 類似한 傾向을 나타내었으며(表 6), 이것은 中莖 伸長 減少를 補償기 위한 葉鞘의 伸長에서 온 結果로 看做된다. NA 處理에 따른 中莖의 減少는 butachlor의 全體 處理濃度에서 有意差를 보였음에도 butachlor 40 ppmw에서 藥害輕減 效果를 나타내지 못하였던 것은 NA가 藥害輕減 效果를 나타내기 위하여서는 butachlor와 相互作用을 할 수 있는 閾值水準이 있음을 示唆한 것으로 NA의 作用性이 生理的인 面에 依存되고 있음을 確認할 수 있는 結果로 생각된다.

摘 要

벼에 있어서 NA에 의한 butachlor의 藥害輕減 效果에 미치는 벼의 播種深度와 butachlor의 處理濃度の 影響을 檢討하였다. 中莖은 벼의 器官중 NA에 가장 민감한 部分으로, 2~4 cm 播種深度에서 NA 處理와 함께 中莖의 길이는 減少되는 傾向이었지만, 草長, 根長 및 葉鞘의 伸長에는 影響이 없었다. butachlor 溶液으로 飽和시킨 vermiculite에 播種深度를 달리한 벼에서의 butachlor 藥害는 NA를 使用함으로써 全播種深度에서 輕減效果를 얻을 수 있었지만, NA 無使用區의 3~4 cm 播種深度에서의 深播에 의한 藥害輕減 效果는 얻을 수 없었다. NA를 使用하면 butachlor 處理濃度の 增加에 따른 藥害를 輕減시킬 수 있지만, butachlor 40 ppmw 處理로 나타

나는 藥害에는 輕減效果를 보이지 않았다. 以上の 結果는 NA에 의한 藥害輕減效果가 中莖 伸長을 減少시켜 butachlor와의 接觸 吸收를 적게하는 데에 시기인 되는 것이 아님을 나타내었다.

引 用 文 獻

1. Ashton, F. M. and A. S. Crafts. 1981. Mode of action of herbicides. 2nd ed. John Wiley & Sons, New York. 525 p.
2. Blair, A. M., C. Parker and L. Kasasian. 1976. Herbicide protectants and antidotes - A review. PANS 22:65-74.
3. Chen, T. M., D. E. Seaman and F. M. Ashton. 1968. Herbicidal action of molinate in barnyardgrass and rice. Weed Sci. 16:28-31.
4. 全載哲·黃仁澤·韓民淑. 1985. 벼의 發芽後 生育, 細胞形態 및 根細胞膜 透過性에 미치는 butachlor와 1,8-naphthalic anhydride의 影響. 韓雜草誌 5:56-62.
5. Chun, J. C. and K. Moody. 1985. Effect of butachlor on rice mesocotyl elongation. p.33-40. In Proc. I. 10th Asian-Pacific Weed Sci. Soc. Conf., Chiangmai, Thailand.
6. Hickey, J. S. and W. A. Krueger. 1974. Alachlor and 1,8-naphthalic anhydride effects on sorghum seedling development. Weed Sci. 22:86-90.
7. Mabbayad, M. O., A. W. Ruscoe and K. Moody. 1980. 1,8-naphthalic anhydride and depth of seeding on rice (*Oryza sativa* L.) tolerance to herbicides. Paper presented at the 11th Annual Conf. of the Pest Cont. Council of Philippines, April 23-26, 1980. Cebu City, Philippines.
8. Mabbayad, M. O. and K. Moody. 1982. Effect of time of application and the use of naphthalic anhydride on butachlor phytotoxicity in wet-seeded rice. Paper presented at the Cropping Systems Tuesday Seminar, Oct. 12, 1982. Int. Rice Res. Inst., Los Banos, Laguna, Philippines.
9. Madrid, M. T. Jr. 1980. Rice (*Oryza sativa* L.) cultivar tolerance to herbicides. M.S. thesis, Univ. Philipp., Los Banos, Laguna, Philippines.
10. Nako, Y. 1977. Factors affecting crop injury of

benthiocarb to direct-seeded rice plants in upland field. Weed Res. (Japan) 22:75-79.

11. Takahashi, N. 1984. Differentiation of ecotypes

in *Oryza sativa* L. p. 31-67. In S. Tsunoda and N. Takahashi, eds. Biology of rice. Japan Sci. Soc. Press, Tokyo/Elsevier, Amsterdam.