

除草劑 2, 4-D에 대한 高麗人蔘의 反應

II. 2, 4-D의 莖葉處理가 人蔘葉의 光合成, 에틸렌가스 發生 및 地上部 生育에 미치는 影響

曹在星* · 元俊淵* · 辛崔順**

Response of Korean Ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer) to 2, 4-D II. Effects of 2, 4-D Foliar Application on Photosynthesis, Ethylene Gas Production and Plant Growth

Jae Seong Jo*, Jun Yeon Won* and Choi Soon Shin**

ABSTRACT : This study was conducted to define the effect of 2, 4-D foliar application on the plant growth, photosynthesis ability and ethylene gas production of the ginseng plant. Neither abnormal foliar changes occurred nor any inhibition in the leaf and stem growth was resulted for the plants treated with 2, 4-D concentrated three times of the recommended dosage. The angle of petiole to the stem became wider by 2, 4-D foliar application. The higher concentration treatment of 2, 4-D made the petiole angle significantly wider. Foliar application of the herbicide 2, 4-D inhibited photosynthesis of the ginseng leaf. The inhibition rate of photosynthesis was significantly increased with the application concentration of 2, 4-D. Inhibition in photosynthesis ability by 2, 4-D application with doubled concentration was recovered in three days after treatment. When 2, 4-D was treated with a concentration tripled the recommended dosage, 12 days were needed to recover the photosynthesis ability of the ginseng leaf. Ethylene gas was not detected from the ginseng plants treated with 2 times concentrated 2, 4-D. However, the ginseng plants produced 0.03-0.04 ppm ethylene gas when the application rate was increased 3 times. The amount of ethylene gas produced by ginseng plant treated with 3 times concentrated 2, 4-D was only 1/20 compared with the amount produced by the soybean plant treated with the recommended dosage of 2, 4-D.

人蔘은 陰地性 宿根草本 植物로써 日覆構造物 하에서 栽培하여야 하며 移植後 3年 내지 5年 후 에 採掘하게 되므로 一般作物에 비해 雜草의 被害가 더욱 심각할 수 있고 또한 效果의인 防除는 더욱 어렵다. 人蔘圃의 雜草는 養分 및 水分에 대해 人蔘과 競合하므로써 人蔘의 生育을 阻害하며 또한 각종 病과 病蟲의 서식지를 提供하므로써 人蔘의 病蟲을 증가시키는 원인이 되기도 한다. 아직 人蔘에만 無害한 選擇性 除草劑의 開發이 시도된 바 없으며 人蔘圃의 除草는 거의 수

作業에만 의존하고 있는데 人蔘圃의 除草作業은 一般作物圃場에 비해 作業 自體가 어렵고 作業能率도 낮아 많은 人力이 所要되는 바 全體生産費中 除草作業 所要經費가 一般作物 生産에 비해 현저히 많은 比重을 차지하고 있다.

1941年 美國의 Pokorny에 의하여 最初로 合成된 2, 4-Dichlorophenoxy acetic acid (2, 4-D)는 強力한 植物 Hormone 作用을 갖고 있으며 廣葉 雜草에만 選擇的으로 殺草效果가 있음이 많은 學者들에 의해 밝혀진 바 있다.^{2,3,6)} 2, 4-D는 植物

* 忠南大學教 農科大學 (College of Agri., Chungnam Nat'l Univ., Taejeon 305-764, Korea)

** 忠南大學教 教育大學院 (Graduate School of Ed., Chungnam Nat'l Univ., Taejeon 305-764, Korea)

<91. 1. 29 接受>

體의 莖葉 및 根에서 吸收되어 細胞의 異常分裂을 誘發하여 植物體를 奇形化하고 葉綠素의 形成을 阻害하는 한편 呼吸의 異常增進을 誘發하여 植物體가 枯死하게 되며 이러한 效果는 禾本科植物에는 微弱하나 廣葉植物에는 대부분 致命的인 害를 많은 學者들^{1,8)}이 報告한 바 있다.

筆者⁴⁾는 1989년에 發表한 本 研究論文의 前報에서 2,4-D가 選擇性 廣葉植物 除草劑이나 廣葉植物인 人蔘에 대해서는 전혀 藥害를 나타내지 않고 안전하다는 事實을 이미 밝힌 바 있으며 이에 이어 筆者等은 2,4-D의 莖葉處理가 人蔘의 生育과 아울러 光合成能力 및 Ethylene gas 發生의 生理的特性에 미치는 影響을 究明하여 人蔘에 대한 2,4-D의 安定性を 生理的인 面에서 確認하고자 本 研究를 遂行하였던 바 몇가지 새로운 事實을 發見하였기에 報告하는 바이다.

材料 및 方法

本 實驗은 1990年 忠南大學校 農科大學 附屬農場의 P.E. 하우스 및 忠北 會坪邑 所在 韓國人蔘 煙草研究所 會坪試驗場에서 遂行하였다.

除草劑 2,4-D의 莖葉處理에 따르는 人蔘의 Ethylene gas 發生反應을 究明하기 위하여 3月 25日 苗蔘을 直徑 11cm의 小型 plastic pot에 2本씩 植栽하였다. 出芽하여 展葉이 完了된 후 40日이 경과된 6月 7日에 苗蔘을 植栽한 pot를 容量 3ℓ의 標本瓶에 넣은 후 無處理, 標準濃度(標準除草藥量 : 70ml/10a), 2倍 및 3倍 濃度の 2,4-D를 小型噴霧器로 人蔘의 莖葉에 약액의 물방울이 생겨 息을 정도로 噴霧한 후 約30分間 水分을 蒸發시킨 다음 密封하여 24時間 및 48時間後에 각각 標本gas를 1cc주사기로 추출하여 Gas分析機로 Ethylene gas를 正量하였다. 人蔘에 대한 對照植物로써 콩을 동일한 plastic pot에 1本 植

栽한 후 40일에 標本瓶에 넣고 標準藥量의 2,4-D를 莖葉處理한 후 密封하여 24時間 및 48시간 後에 Ethylene gas의 發生을 測定하였다.

2,4-D의 莖葉處理에 따르는 人蔘葉 光合成能力의 變異를 追跡하기 위하여 苗蔘을 本圃에 移植한 후 出芽 展葉後 40日頃인 6月 10日에 2,4-D를 無處理, 標準藥量, 2倍 및 3倍藥量의 4個水準으로 莖葉處理를 하였으며 處理藥量은 200ℓ/10a를 基準으로 하였다. 處理 다음날 부터 10日後까지는 每日 그리고 10日後는 2日 間隔으로 16日 까지 각 處理別 光合成量을 午前 10時에 圃場에서 5本씩 直接 測定하여 이를 平均하였다.

또한 2,4-D의 莖葉處理 10日後에 人蔘의 地上部 生育相을 調査하였으며 圃場에 植栽한 人蔘의 肥培管理는 韓國人蔘 煙草研究所 標準人蔘 耕種法에 따라 實施하였다.

結果 및 考察

除草劑 2,4-D의 處理濃도에 따르는 葉長, 葉幅, 莖長, 莖直徑 및 葉柄角의 變異는 表1에서 보는 바와 같다.

葉長은 2,4-D 3倍藥量 處理區에서 약간 짧아진 傾向이었으나 無處理區와 有意差는 認定되지 않았으며 葉幅 역시 無處理區와 2,4-D處理區間에 전혀 有意差를 나타내지 않았다.

無處理區에 비해 2,4-D의 處理藥量을 증가시킬 수록 莖長이 약간 減少되는 傾向을 나타내기는 하였으나 統計的인 有意差는 전혀 認定되지 않았으며 莖直徑은 無處理區와 2,4-D處理區間에 전혀 差異를 나타내지 않았다. 曹⁴⁾는 2年, 3年 및 4年生 人蔘에 대해 2,4-D를 莖葉處理 하였던 바 標準의 2倍濃度 範圍에서는 전혀 人蔘의 生育에 影響을 미치지 않는다고 報告하였는데 本 實驗에서도 同一한 結果를 確認할 수 있었다.

Table. 1. Effect of the application rates of 2,4-D on the leaf length, leaf width, stem length, stem diameter and petiole angle of the 2-year old ginseng plant.

2,4-D rates	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Stem length (cm)	Stem diameter (mm)	Petiole angle (degree)
Control	6.6a	3.2a	7.2a	2.1a	28 a
70ml/10a	6.5a	3.3a	6.9a	2.1a	41ab
140ml	6.3a	3.4a	6.4a	2.0a	49ab
210ml	6.0a	3.0a	6.3a	1.9a	52 b

Remark : Mean separation within treatments by DMR 5% level.

2,4-D는 選擇性 廣葉植物 除草劑로써 合成 Auxin의 一種이며 낮은 濃度에서는 Auxin의 作用으로 細胞의 生長을 促進하나 높은 濃度로 하여 除草劑로 處理할 境遇 廣葉植物에서는 잎의 上便伸長이 誘起되고 伸長生長이 停止되며 肥大生長이 促進되는 한편 組織이 軟化되고 崩壞되어 植物體가 枯死하게 됨은 지금까지 많은 學者들^{1,3,5)}에 의해 報告된 바 있다. 人蔘 역시 雙子葉 廣葉植物에 속하나 이 實驗의 結果에서는 除草標準藥量의 3倍濃度 處理時 莖葉의 伸長은 미세한 減少를 나타내었으나 肥大生長의 促進效果는 없었으며 또한 莖葉組織의 軟化나 崩壞現象도 전혀 찾아볼 수 없었고 莖葉에 識別이 가능한 藥害症狀도 전혀 나타나지 않았던 바 一般 廣葉植物이 나타내는 除草劑 2,4-D에 대한 反應과는 전혀 一致하지 않았다.

2,4-D의 處理가 人蔘의 上便伸長에 미치는 影響을 보기 위하여 2,4-D處理 濃度에 따른 줄기에 대한 掌葉 葉柄의 角을 調査하였던 바 無處理區에 비하여 2,4-D 莖葉處理區에서 葉柄角은 현저히 둔각으로 되었으며 2,4-D 處理濃度를 增加할 수록 葉柄角은 直線的인 增加傾向을 나타내었다.

Palmer⁸⁾는 植物體內에서 Auxin은 葉柄의 伸長을 促進하며 Ethylene은 葉柄의 上便伸長을 誘發하여 葉柄의 角을 둔각화 한다는 사실을 해바라기를 재료로 한 實驗에서 報告한 바 있는데 本實驗에서도 2,4-D處理에 의하여 葉柄角이 增加되었던 것은 2,4-D處理에 의하여 Ethylene gas가 微量이나마 發生되었던 結果에 起因하는 것으

Table 2. Effect of 2,4-D foliar application on the photosynthesis amount of the ginseng leaf.

2,4-D rate	Days after 2,4-D Application (mg CO ₂ /dm ² /hr)						
	1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	7th
Control	3.58	5.15	3.63	4.03	4.86	5.15	7.15
70ml/10a	3.26	4.69	3.68	4.22	4.69	4.92	7.03
140ml	2.29	3.53	3.53	3.94	4.24	4.24	5.18
210ml	0.53	1.14	1.90	2.09	3.22	3.24	4.17
2,4-D rates	8th 9th 10th 12th 14th 16th(Day)						
Control	6.87	5.15	7.02	4.29	3.71	4.01	
70ml/10a	6.56	5.39	7.03	5.16	4.22	4.22	
140ml	5.18	4.71	7.07	4.71	3.53	4.24	
210ml	3.98	3.41	5.67	3.98	3.41	3.22	

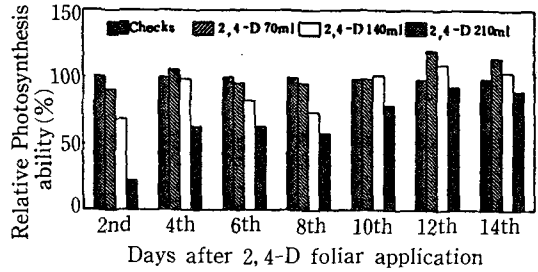


Fig. 1. Change in the photosynthesis amount of ginseng leaf treated with herbicide 2,4-D.

로 思料된다.

2,4-D의 莖葉處理가 人蔘의 光合成에 미치는 影響을 調査한 結果는 表2에서 보는 바와 같으며, 이 結果를 各 調査日마다 無處理區의 光合成量을 100으로 하여 各 處理區의 光合成量을 對比한 結果는 그림1에서 보는 바와 같다.

處理 24時間後의 人蔘의 光合成量은 無處理區에 비해 2,4-D處理區에서 顯著히 減少되었으며 2,4-D의 處理濃度를 增加할 수록 光合成量의 減少程度는 顯著히 높았던 바 標準藥量 處理區의 光合成量은 無處理區 對比 9% 程度로써 減少程度가 아주 낮았으나 3倍濃度 處理區에서는 無處理區 對比 15%에 不遇하여 극심한 光合成 阻害現象을 나타내었다. 그러나 2,4-D處理後 3日에 各 處理區別 光合成量을 測定하였던 바 2,4-D標準藥量 處理區와 2倍濃度 處理區의 光合成量은 無處理區 對比 101.4% 및 97.2%로써 光合成能力이 거의 回復되었음을 확인할 수 있었고 3倍濃度 處理區에서는 52.3%로 處理直後보다는 많이 回復되었으나 無處理區의 折半程度에 지나지 않았다. 3倍藥量의 2,4-D處理區의 光合成能力은 處理後 12日에 와서야 無處理區 對比 92.8%로 거의 正常化되기 始作하였던 바 合成能力에 미치는 影響을 考慮할 때 2,4-D의 安全處理 限界濃度는 標準의 2倍藥量인 140ml/10a가 되어야 할 것으로 思料된다.

2,4-D의 莖葉處理 濃度가 人蔘 및 이의 對比 植物로 使用한 莖의 Ethylene gas 發生에 미치는 影響을 調査하였던 바 그림2에서 보는 바와 같다.

標準除草藥量 및 이의 2倍藥量의 2,4-D를 莖葉處理할 境遇 Ethylene gas의 發生이 전혀 測定되지 않았으며 3倍濃度 處理區에서는 處理後 24

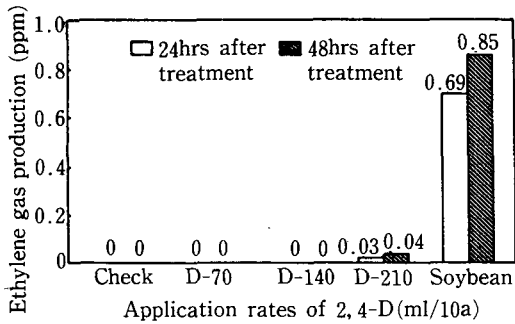


Fig. 2. Effect of the application rates of 2,4-D on the ethylene gas production of 2-year old Korean ginseng.

時間 및 48시간에 각각 0.03 및 0.04ppm의 극히 미량의 Ethylene gas가測定되었는데標準藥量の 2,4-D를處理한 콩에서는處理 24時間 및 48時間後에 각각 0.69 및 0.86 ppm의 Ethylene gas發生이測定되었던바 3배藥量を處理한人蔘에서 발생된 量의 20배에 달하였다. 除草劑 2,4-D를一般 廣葉植物에處理할境遇 植物體에 나타나는大部分의 症狀는 Ethylene의 植物에 대한 生理的反應과 거의 同一하며 Morgan 등은 2,4-D를 廣葉植物에處理할境遇 植物體內에 Ethylene含量이 急激히 增加함을 報告한 바 있는데 本實驗에 있어서도 콩의境遇 標準藥量の 2,4-D處理에 의하여 多量の Ethylene gas가發生하였고 莖葉組織이 軟化되어 枯死하는 結果를 보였으나 人蔘의境遇 콩에處理한 同量 내지 倍量の 2,4-D處理에 의해서는 Ethylene gas發生이 전혀 檢出되지 않았고 3배藥量の處理區에서만 콩의 1/20에 不過한 微量의 Ethylene gas만이 定量되었던바 2,4-D處理에 따른 Ethylene gas發生反應은 콩을爲始한 一般 廣葉植物과는 顯著的 差異가 있음이 立證되었다.

以上の 結果를 綜合해 볼 때 標準 내지 標準의 2배藥量の 2,4-D를 莖葉處理할境遇 人蔘의 地上部 莖葉生育에 전혀 影響을 미치지 않았으며 2,4-D處理에 의하여 人蔘의 光合成能力이 一時的으로 低下되는 現狀을 나타내기는 하였으나 3日後에는 正常으로 回復되었으며 2,4-D의 除草劑로서의 主要 機作中 하나인 Ethylene gas發生에 의한 植物組織의 軟化, 崩壞의 生理的인 特性에 있어서도 2배藥量の 2,4-D處理로서는 전혀 Ethylene gas發生을 測定할 수 없었던 점을 勘

案할 때 人蔘은 2,4-D에 대하여 一般 廣葉植物과는 전혀 다른 生育 및 生理的反應을 나타냄을 立證할 수 있었던 바 標準除草藥量の 2배濃度の 範圍내에서는 人蔘圃의 廣葉雜草 除草劑로써 安全使用이 可能할 것으로 思料된다.

摘 要

2,4-D의 莖葉處理가 人蔘의 地上部 生育 및 光合成能力和 植物體의 Ethylene gas發生 등의 生理的 特性에 미치는 影響을 究明하기 위하여 本實驗을 遂行하였던 바 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1) 標準藥量の 3배濃度 2,4-D 莖葉處理時에도 葉長, 葉幅, 莖長 및 莖直徑 등 地上部 生育은 無處理와 전혀 有意差를 나타내지 않았으며 別다른 生育異常現象도 나타내지 않았다.

2) 無處理區에 비해 2,4-D의 莖葉處理時 줄기에 대한 葉柄의 角은 顯著히 커졌으며 2,4-D處理濃도가 增加될 수록 葉柄角은 거의 直線的인 增加傾向을 나타내었다.

3) 2,4-D의 莖葉處理에 의해 人蔘의 光合成能力은 顯著히 低下되었으며 그 程度는 2,4-D處理濃도를 增加함에 따라 顯著히 크게 나타났다.

4) 2,4-D의 莖葉處理에 의한 人蔘의 光合成 沮害現象은 標準 및 2배濃度處理區에서는 處理後 3日에 正常으로 回復되었으나 3배濃度區에서는 處理後 12日以後에 거의 回復段階가 되었다.

5) 標準 및 2배濃度の 2,4-D處理區에서는 無處理區와 같이 전혀 Ethylene gas의發生을 測定할 수 없었으며 3배濃度處理區에서만 微量의 Ethylene gas가 定量되었으나 이는 標準藥量の 2,4-D를處理한 콩에서發生된 Ethylene gas 量의 1/20에 不過하였다.

引 用 文 獻

1. Abeles, F.B. 1969. Herbicide induced ethylene production: Role of the gas in sublethal doses of 2,4-D. *Weed Science* 16: 498-500.
2. Gregg, B.R. and R.E. Allan. 1965. 2,4-D effects in wheat selections of different genetic height levels. *Crop Science* 5: 93-95.

3. 福永一夫. 1968. 農藥の新しい解説. 農業及園藝 43(2) : 131-132.
4. 曹在星. 1989. 除草劑 2,4-D에 對한 高麗人蔘의 反應 I. 2,4-D의 濃度가 人蔘의 生育 및 根收量에 미치는 影響. 韓國作物學會誌. 34(4) : 422-427.
5. 瀧島英策. 1966. 畑作への 除草劑の使い方. 農業及園藝 41(3) : 39-45.
6. Mas Sundaru, Isan Baba, Takeshi Tanabe, Pujio Tamai and Yoshihara Motoda. 1983. Effect of 2,4-D amine on top and root growth of Indonesian rice varieties with special reference to the change of root development behavior. Japan Jour. Crop Science 52(1) : 22-27.
7. 中島嗣郎. 1973. 芝の雜草防除技術. 農業及園藝 48(5) : 61-67.
8. Palmer, J.H. 1972. Roles of ethylene and IAA in petiole epinasty in *Helianthus annuus* and the modifying influence of gibberellic acid. Jour. Exp. Bot. 23 : 733-743.
9. Swan, D.G. and C.R. Rohde. 1962. Effect of 2,4-D on three winter wheat varieties grown in Oregon. Crop Science 2 : 179-180.