

胡桃之他毒作用——II juglone 之含量及其對於其他植物之生理影響

The Allelopathic Effect of the Walnut Plant-II Juglone Contents and its Physiological Effects on Other Plants

李國權
Kuo-chuan Lee

吳玉珍
Yue-jean Wu

黑胡桃之他毒作用是由於 juglone (5-hydroxy-1,4-naphthoquinone) 存在之故。Juglone 同時存在於其他許多胡桃科植物體中，此項化合物對於不同生物，自動物至微生物，都有其影響。(Auyong, et al. 1963; Ikekawa et al 1967)

植物對 juglone 敏感者計有番茄、甘藍、蘋果、杜鵑等，但玉米、豆類及一些單子葉草卻具有相當之抵抗力。(MacDaniels and Muenscher. 1940)

黑胡桃植株內 Juglone 含量甚高，外果皮及根用刀切開時呈黃色，與色層分析時所得 juglone 色澤相同，切開之外果皮置空氣中變為黑色，顯示 juglone 係一不安定之化合物。

表一為 juglone 用石油醚於 Goldfish solvent extractor 萃取六小時後所得之結果，不同器官係於九月份採取，結果顯示該月份之 juglone 含量以根為最高，外果皮次之，葉片濃度最低。(Lee and Campbell, 1969)

表一、二年生黑胡桃實生植株根，莖，葉 juglone 之濃度 右上方英文字母係表示統計結果。(P<0.05)

器 官	juglone 濃度 (mg/g 乾重)
葉	1.23 ^c
外 果 皮	6.71 ^b
根	7.73 ^a

黑胡桃植株含有如此高濃度之 juglone，是否有其功能？Daglish² (1950) 調查胡桃 hydrojuglone glucoside 之含量，發現繁殖組織如冬芽及雄花序含量甚高，因此建議胡桃之 juglone 有保護自身生命延續，免受病蟲之侵害作用。但其對其他植物之作用模式 (mode of action) 僅有少量調查。茲徵得原作者同意 (Wang. 1970) 引用三項試驗結果，以窺其對其他高等植物生理影響之一斑。

本三項試驗之材料為烟草 (*Nicotiana tabacum* L. cv. Wisconsin No. 38) 莖髓組織，培養基本於 Murashige & Skoog (1962) 之配方。juglone 係用除菌濾紙 (bacteria filter) 注入高溫消毒後之未凝固之培養基中混合後使用。癒傷組織 (callus) 生長於暗室，溫度約為 28°C。

表二係 juglone 對烟草癒傷組織枝芽萌發抑制作用之結果，juglone 在 5 μg/ml 及 10 μg/ml 情況下，均可抑制枝芽萌發，其抑制程度亦相同，但枝芽之乾重不受 juglone 之影響。

表二, Juglone 對烟草癒傷組織枝芽萌發之影響及枝芽之平均乾重量。乾重於組織生長70天後測定。枝芽數目係15個培養瓶 (culture) 之平均值。同列英文字母相同者差異不顯著。(P<0.05)

juglone濃度	枝芽數/培養瓶	(枝芽乾重, (mg/枝芽))
10 $\mu\text{g/ml}$	1.9 ^b	0.58 ^a
5 $\mu\text{g/ml}$	1.5 ^b	0.63 ^a
Control	21.2 ^a	0.53 ^a

表三係不同濃度之 juglone 對 IAA 氧化之影響, IAA 氧化率係用 IAA 氧化酵素 (IAAO) 活性來測定。加定量之 IAA 及 IAAO 於反應液, 經不同時間後測定反應液中 IAA 之殘量, 結果顯示反應液含有 5 或 10 $\mu\text{g/ml}$ juglone 時, IAA 氧化率顯著減少, 最初 30 分鐘內, 10 $\mu\text{g/ml}$ 濃度之 juglone 較 5 $\mu\text{g/ml}$ 有較高抑制作用, 其差異於一小時後逐漸減少, 1.0 及 0.1 $\mu\text{g/ml}$ 之 juglone 濃度對 IAA 氧化無影響。當反應液不含 juglone 時有 63% IAA 於前15分鐘內被氧化, 但在 5 及 10 $\mu\text{g/ml}$ juglone 存在時, 僅有 45.4% 及 37% IAA 被氧化。這一段時間為 juglone 最有效之抑制時間。

表三, 不同濃度之 juglone 對 IAA 氧化率之影響 同列英文字母相同者, 表差異不顯著。(P<0.05)

juglone 濃度 $\mu\text{g/ml}$	反應時間 (分)		
	15 μg IAA 被氧化	30 一毫升反應液	60
10.0	37.0 ^c	49.5 ^c	58.5 ^c
5.0	45.4 ^b	55.3 ^b	62.3 ^{b,c}
1.0	58.5 ^a	67.9 ^a	70.8 ^a
0.1	62.7 ^a	68.2 ^a	72.0 ^a
0.0	63.1 ^a	67.5 ^a	71.4 ^a

烟草癒傷組織分化係由 auxin 及 kinetin 之比例而支配 (Skoog & Miller, 1957)。IAAO 活性減少時, IAA 含量可能相對增加, 因此, IAA 對 Kinetin 之比例因而增加, 此或為表二經 juglone 處理後, 枝芽萌發減少之原因。

Juglone 影響內在 IAA 之另一途徑可能經由其具有氧化劑之性質; 氧化色氨酸 (tryptophane) 產生吲哚丙酮酸 (Indole-3-pyruvic acid) 後者可自動或藉酶類作用轉變為 IAA。(Kaper & Keldstra, 1958)。為調查自色氨酸至產生 IAA 與 IAAO 之關係。多酚 (Polyphenols) 曾被用以抑制 IAAO 活性, 結果發現 IAA 濃度增加10倍之多, 此項濃度之轉變被認為由於增加合成而非由於破壞合成之 IAA, 換言之與 IAAO 無直接關係。上述作者認為 Phenol 可被 Phenolase 氧化為對苯二酚, 而對苯二酚可促進氧化色氨酸而產生吲哚丙酮酸, IAA 濃度因而提高。

Black 及 Myers 等氏(1966)認為對苯二酚 (quinone) 可以促進酶類對 NADH 或 NADPH 之氧化。或為對苯二酚對植物毒害原因。對苯二酚促進 NADPH 之氧化, 程度大約等於其對

$^{14}\text{CO}_2$ 固定作用之抑制 (Zwieg, Hitt 及 Cho, 1966)。由此推測 juglone 對植物毒害也可能經由其對 NADH 及 NADPH 之影響。因此, 供應 NADH 當可減輕或免除毒害現象。表四係將鈉鹽 NADH 經除菌濾紙注射於高溫消毒後之培養基中, 及培養烟草癒傷組織之結果。本結果顯示 0.15mM 及 0.30mM NADH 加添於培養基時, 可減輕 10 $\mu\text{g}/\text{ml}$ juglone 之生長抑制作用。但 NADH 對培養之組織亦有不利之影響, 其影響程度似較 juglone 為輕微。

表四, NADH 加於培養基中, 抑制 juglone 對烟草癒傷組織毒害之結果。組織重量於生長30天後測定。

處	理	乾重 mg/培養瓶
Juglone	10 $\mu\text{g}/\text{ml}$ (J)	105 ^a
NADH	0.15mM (S)	238 ^b
NADH	0.30mM (D)	225 ^b
J+S		168 ^c
J+D		161 ^c
對照		304 ^a

由胡桃各器官 juglone 之分佈來推測, 該物質之存在可能有兩項作用: ①保護自身, 免受外來之侵害②作為與其他植物之競爭工具, 以利種族之延續。juglone 對於其他植物生理方面之影響, 歸納起來可能由於影響內在生長素之平衡, 阻止植物之生長。同時 juglone 為一強氧化劑, 其對其他生物之毒性或可能在於轉移生物體內之氧化及還原之平衡。上述各項證據, 亦係指示此項影響之可能性。至於具有抵抗力之植物, 根據推測或由於此等植物具有還原 juglone 之能力, 使之成為不具毒性物質。調查發現 juglone 可以阻止蘋果但非梨, 桃及李樹之生長。可影響一些單子葉草但非 Kentucky blue-grass。影響黑莓 (blackberry) 但非同屬之覆盒子 (black raspberry)。黑胡桃及蘋果之共存共榮例子亦有報導 (mattoon, 1942) 各項抵觸之報導或係指示除 juglone 之外尚有其他因素參與此種生理方面之影響。黑胡桃曾被建議用之於抑制雜草之生長。例如大麻 (Marijuana) 係美國法律禁止之毒品。這類植物野生滋繁於美國坎薩斯州 (Kansas) 一帶, 每年違法收割者大有人在。州政府雖撥發大量基金設有長期防治計劃, 收效極微, 用黑胡桃抑制大麻之生長雖有建議但未見推行, 僅可作為 juglone 對其他高等植物生理影響應用方面的一例證。

參 考 文 獻

- Auyong, T. K., B. A. Westfall and R. L. Russell 1963. Pharmacological aspects of juglone. *Toxicon* 1:235-239
- Black, C. C. and L. Myers 1966. Some biochemical aspects of the mechanism of herbicidal activity. *Weeds* 14:331-338
- Daglish, C. 1950. The determination and occurrence of a hydrojuglone Glucoside in the walnut. *Biochem. J.* 47:458-462
- Ikekawa, T., E. Wang, M. Hamada, T. Takeuchi and H. Umezawa 1967. Isolation and identification of an antifungal active substance in walnuts. *Chem. Phar. Bau. (Tokyo)* 15:242-245

Lee, K. C. and R. W. Campbell 1969. Nature and occurrence of juglone in Juglans nigra L. Hortscience 4:297-298

Macdaniels, L.H. and W.C. Muenschler 1941. Black walnut toxicity. Northern Nut Growers Assn. Ann. Rep. 172-179

Marashige, T. and F. Skoog 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. Physiol. Planta. 15:473-497

Mattoon, H. G. 1942 A commercial black walnut venture. Am. Forests. 48: 172-174

Skoog, F. and C. O. Miller 1957. Chemical regulation of organ formation in plant tissue cultured in vitro. Sump. Soc. Exptl. Biol. 15:118-131.

Wang, K. 1970. Physiological effects of juglone on higher plants. Ph. D. dissertation, Kansas State Univ.

Zwiegl, G., J. E. Hitt and D. H. Cho. 1969. Mode of action of dipyriddyis and certain quinone herbicides. J. Agr. Food Chem. 17:176-181