

雜草之相剋作用

袁秋英 蔣慕琰

一、前言

一般作物之生育過程中，除了遭受病蟲害之影響以外，雜草亦為一重要之干擾因子，全世界農作物因雜草為害引起之產量損失約為10%。雜草除了造成水分、營養物質、光線及生長空間之競爭以外，也可能具有相剋作用(allelopathy)。相剋作用為植物分泌有毒物質，以抑制其棲地植物的生長之現象，這些化學物質通稱為相剋化合物(allelochemicals或allelochemics)，一般作物於栽植前，常將雜草翻犁於土中，其植體之水溶淋洗液或分解物質，可能影響作物之萌芽和生長。因此雜草和作物相剋作用之研究漸受重視。

二、相剋化合物之釋出途徑

一般植物之相剋化合物，皆為二次代謝產物。Rice (1984) 依據相剋化合物的化學性質和其生合途徑之差異，將其歸納為14類。農業生態系中常見的相剋化合物可概分為松烯類(terpenoid)、類脂醇(steroid)、香豆素(coumarins)、類黃素(flavonoids)、單寧(tannins)、植物鹼(alkaloids)、氰醇類(cyanohydrins)、酚類(phenolics)及其衍生物等八種，雜草植體內之此等化合

物在細胞內產生後，分佈於細胞間隙、液泡或組織液中，植物可以下列四種途徑，將這些化學物質釋出體外：

(1)、揮發作用(volatilization)

氣候較乾旱的地區，植物可由揮發及蒸散作用將松烯類(terpenoids)之相剋化合物釋出於體外。白葉鼠尾草(*Salvia leucophylla*)葉片之松烯類化合物可抑制其棲地雜草之生長⁽¹⁵⁾、莧科之雜草 *Amaranthus palmeri* 亦可產生 2-butanone、2-heptanone、3-hydroxy-2-butanone等相剋化合物，抑制小麥幼苗之生長⁽⁸⁾。

(2)、淋溶作用(leaching)

植物體內水溶性的酚酸化合物、氨基酸及呈配醣體的類黃素或植物鹼，可經由植物葉片或其殘質淋洗出來，紅蓼(*Polygonum orientale*)葉片和莖部之水溶淋洗液含有可抑制芥菜、萵苣、水稻及豌豆發芽之luteolin、apigenin^(9、10)，多花黑麥草(*Lolium multiflorum*)⁽¹⁶⁾ prostrate knotweed(*Polygonum aviculare*)^(3、4)及*Camelina sativa*⁽¹⁴⁾等三種雜草亦具有此等相剋現象。

(3)、植物殘質之分解作用(decomposition of plant residues)

植物殘質經土壤中微生物的作用，於腐爛初期會產生許多酚類化合物或其他有機化合物。野燕麥(*Avena fatua*)殘質的阿魏酸(ferulic acid)、香豆酸(coumaric acid)可抑制草本植物之發芽^(21、22)，馬唐(*Digitaria sanguinalis*)的chlorogenic、isochlorogenic、sulfosalicylic acid可抑制玉米胚軸之生長⁽¹⁸⁾，辣大戟(*Euphorbia esula*)及1,4-dihydroxy benzene、caffeic acid和arbutin等化合物可導致番茄株高降低及乾重減少⁽²⁰⁾，此外，藜(*Chenopodium*

album) 稗草 (*Echinochloa crusgalli*) 之殘質亦可抑制玉米、大豆之生長^(13, 19)，目前之研究顯示至少有17種雜草可以此種方式釋出抑制物質。

(4)、根部之泌濾作用(Root exudation)

雜草根部分泌之二次代謝物質，多屬於酚酸類化合物，野燕麥根部泌出之scopoletin、vanillic acid可抑制春小麥的根、葉片之生長⁽²²⁾，藜分泌之草酸(oxalic acid)可抑制玉米幼苗之生長⁽¹³⁾，Prostrate knotweed根泌出物質可抑制高粱幼苗之生長⁽³⁾。

國內外之文獻顯示，已有近40種常見而主要之雜草可對作物有相剋之影響，其中32種雜草之相剋化合物已鑑定出來，發生於本省者有14種(表一)。

三、雜草對本省常見蔬菜之萌芽抑制

野苋、馬齒、龍葵、鬼針、早苗蓼、紫花霍香薊及小葉灰藿等為本省蔬菜田及其他旱田常見之雜草。文獻上有關此等植物相剋作用之研究甚少。作者以這七種雜草為對象，將採自田間之成熟植株切碎，以蒸餾水萃取其中之植物成份，再進一步利用不同濃度之水溶萃取液處理蔬菜種子，調查種子發芽率及胚軸長度以評估水溶萃取液之影響。測試之蔬菜包括萵苣、白菜、甘藍、葱、番茄、蘿蔔、胡瓜、豌豆及玉米。結果顯示野苋、馬齒苋、龍葵、鬼針及紫花霍香薊等雜草皆具相剋潛勢。此五種雜草以野苋地上部的抑制作用最顯著，小葉灰藿和早苗蓼的地上部無明顯之相剋作用。此等雜草水

溶萃取液，對於蔬菜胚軸生長之影響較對發芽率者為大，其抑制程度隨萃取液濃度降低而減少。野苋、馬齒苋、龍葵、鬼針及紫花霍香薊之高濃度水溶萃取液(10%，W / V)對於萵苣、白菜、甘藍等胚軸生長之抑制率皆在50%以上。對胚軸生長抑制較強之其他組合為馬齒苋對於葱，龍葵對於胡瓜，鬼針對於葱和番茄，小菜灰藿對於甘藍，野苋對於葱、玉米及胡瓜等。七種測試雜草低濃度萃取液(0.1%，W / V)可促進不同蔬菜胚軸之生長，此種現象在玉米、豌豆和番茄最明顯。

經酸鹼水解反應、薄層色層分析、高效率液相層析儀等方法純化分離鑑定之結果顯示野苋地上部含有2, 6-dihydroxy benzoic acid、para-hydroxy benzoic acid、2, 3-dihydroxy benzoic acid、para-hydroxy cinnamic acid和ferulic acid等五種以上之酚酸化合物。經由野苋地上部水溶萃取液(10%，W / V)處理的胡瓜種子，其幼苗根尖分生組織的細胞密度減少16.7%而基本分生組織的細胞長度減少20.3%。野苋地上部水溶萃取液抑制蔬菜胚軸生長之主要原因顯然為阻礙根尖細胞的伸長和細胞分裂。

表一、本省具相剋潛勢之雜草及其相剋化合物

中名	學名	相剋化合物	文獻
青葙	<i>Celosia argentea</i>	未鑑定	17
藜	<i>Chenopodium album</i>	Oxalic acid	13
野薊	<i>Cirsium arvense</i>	未鑑定	5
狗牙根	<i>Cynodon dactylon</i>	Para-coumaric acid Ferulic acid	7
香附子	<i>Cyperus rotundus</i>	Phenolic acid	12
馬唐	<i>Digitaria sanguinalis</i>	Chlorogenic, isochlorogenic acid, sulfosalicylic acid	18
稗草	<i>Echinochloa crusgalli</i>	未鑑定	19
辣大戟	<i>Euphorbia esula</i>	1,4-dihydroxy benzene caffeic acid, arbutin	20
白茅	<i>Imperata cylindrica</i>	Scopolin, scopoletin, Chlorogenic, isochlorogenic acid	6
馬櫻丹	<i>Lantana camara</i>	未鑑定	2
紅蓼	<i>Polygonum orientale</i>	Luteolin, apigenin	9, 10
馬齒莧	<i>Portulaca oleracea</i>	未鑑定	19
羊蹄	<i>Rumex crispus</i>	Phenolic acid	11
強生草	<i>Sorghum halepense</i>	Chlorogenic acid Para-coumaric acid Para-hydroxy benzaldehyde	1,6

參考文獻

1. Abdul-wahab, A. S. and Rice, E. L. 1967. Plant inhibition by johnsongrass and its possible significance in old-field succession. Bull. Torrey Bot. Club 94 : 486 – 497 .
2. Achhireddy, N. R. and Megh, S. 1984. Allelopathic effects of lantana(*Lantana camara*) on milkweedvine (*Morrenia odorata*). Weed Sci. 32 : 757 – 761.
3. AlSaadawi, I. S. and Rice, E. L. 1982a. Allelopathic effects of *Polygonum aviculare* L. I. Vegetational patterning. J. Chem. Ecol. 8 : 993 – 1009.
4. AlSaadawi, I. S. and Rice, E. L. 1982b. Allelopathic effects of *Polygonum aviculare* L. II. Isolation, characterization and biological activities of phytotoxins. J. Chem. Ecol. 8 : 1011–1023.
5. Bendall, G. M. 1975. The allelopathic activity of California thistle(*Cirsium arvense* L.) in Tasmania. Weed Res. 15 : 77 – 81.
6. Chou, C. H. and Young, C. C. 1975. Phytotoxic substances in twelve subtropical grasses. J. Chem. Ecol. 1 : 183 – 193.
7. Bhowmik, P. C. and Doll, J. D. 1979. Evaluation of allelopathic effects of selected weed species on corn and soybeans. Proc. North Cent. Weed Control Conf. 34 : 43 – 45.
8. Connick, W. J., Bradow, J. M. and Legendre, M. G. 1987.

- Identification of volatile allelochemicals from *Amaranthus palmeri* S. J. Chem. Ecol.13 : 463 – 472.
- 9.Datta, S. C. and Chatterjee, A. K. 1980a. Allelopathy in *polygonum orientale* : Inhibition of seed germination and seedling growth of mustard. Comp. Physiol. Ecol. 5 : 54 – 59.
- 10.Datta, S. C. and Chatterjee, A. K. 1980b. Allelopathic potential of *Polygonum orientale* L. in relation to germination and seedling growth of weeds. Flora 169 : 456 – 465.
- 11.Einhellig, F. A. and Rasmussen, J. A. 1973. Allelopathic effects of *Rumex crispus* on *Amaranthus retroflexus*, grain sorghum and field corn. Am. Midl. Nat. 90 : 79 – 86.
- 12.Friedman, T. and Horowitz, M. 1971. Biologically active substances in subterranean parts of purple nutsedge. Weed Sci. 19 : 398 – 401.
- 13.Kossanel, J. P., Martin, J., Annelle, P., Peinot, M., Vallet, J. K. and Kurnej, K. 1977. Inhibition of growth of young radicles of maize by exudations in culture solutions and extracts of ground roots of *Chenopodium album* L. In “ Interactions of plants and microorganisms in phytocenoses ” (A. M. Grodzinsky, ed.) pp.77 – 86. Naukova Dumka, Kiev.
- 14.Lovett, J. V. and Duffield, A. M. 1981. Allelochemicals of *Camelina sativa*. J. Appl. Ecol. 18 : 283 – 290.
- 15.Muller, W. h. and Hauge, R. 1967. Volatile growth inhibitors

- produced by *Saliva leucophylla* : effect on seedling anatomy.
Bull. Torrey Bot. club. 94 : 182 – 191.
- 16.Naqvi, H. H. 1972. Preliminary studies of interference exhibited by Italian ryegrass. *Biologia* (Lahore) 18 : 201 – 210.
- 17.Pandya, S. M. 1976. Effect of *Celosia argentea* L. extracts on dry weight of bajra seedlings. *Geobios* (Jodhpur) 3 : 137 – 138.
- 18.Parenti, R. L. and Rice, E. L. 1969. Inhibitional effects of *Digitaria sanguinalis* and possible role in old – field succession. *Bull. Torrey Bot. Club* 96 : 70 – 78.
- 19.Rice, E. L. 1984. allelopathy. 2nd ed. Academic Press, New York.
- 20.Steenhagen, D. a. and Zimdahl, R. L. 1979. Allelopathy of leafy spurge(*Euphorbia esula*). *Weed Sci.* 27 : 1 – 3.
- 21.Schumacher, W. J., Thill , D.C. and Lee , G. A. 1982. The allelopathic potential of wild oat (*Avena fatua* L.) on spring wheat (*Triticum aestivum* L.) growth. *North Am. Symp. Allelopathy*, Nov. 14 – 17, Urbana – champaign , Illinois.
- 22.Tinnin, R. and Muller. C. 1971. The allelopathic potential of *Avena fatua* : Influence on herb distribution. *Bull. Torrey Bot. Club* 98 : 243 – 250.