

镰刀菌毒素

黄秀琴 吴晶琼

(华东师范大学生物系,上海 200062)

镰孢霉(*Fusarium*)也称镰刀菌,它所产生的镰刀菌毒素,不仅能使植物致病,而且还会污染食品和饲料,引起人及动物的中毒甚至死亡,但也有使有害昆虫致死,在生物防治上显示出具有极为重要的作用,因而镰刀菌毒素和人类的关系极为密切。根据近年来 Moss 等科学家对镰刀菌毒素的研究,综述如下:

1 镰刀菌毒素对植物致病

镰刀菌(属)大约有 40 个种,其中一半以上寄生在绿色植物上。1971 年,Booth 把使植物致病的镰刀菌划分为三个主要类群:引起植物枯萎的有尖镰孢霉(*F. oxysporum*);侵袭禾本科植物的有串珠镰孢(*F. moniliiforme*),禾本科镰孢(*F. graminearum*)、燕麦镰孢(*F. avenaceum*)和大刀镰孢(*F. culmorum*);引起根腐的主要有腐皮镰孢(*F. solani*)。探索镰刀菌毒素导致植物病害的原因最好的办法是切割其毒

素结构基因,与对照进行比较。1984 年, Drysdale^[1]等研究了 30 种镰刀菌所产生的 20 多种毒素(表 1),并弄清了这些毒素的部分结构。毒素的化学成份、活性方式及产生的植病症状都不同。有些毒素对寄主的侵染途径已经清楚,如萎蔫酸(*Fusaric acid*)通过脱水破坏寄主细胞膜、螯合金属离子降低呼吸速率;恩镰孢菌素(*Enniatins*)为一种氧化磷酸化的解偶联剂;亮红萘(*Naphthazarins*)抑制 TCA 循环、抑制谷氨酰胺合成酶;蕃茄萎蔫酸(*Lycomarasmic acid*)使之蒸发过度而发生干燥、螯合金属离子形成不稳定的螯合物;玉米赤霉烯酮(*Zearalenone*)可抑制 H^+ 和 K^+ 的运输、抑制 K^+ 促发膜 ATP 酶的活性。

-
- 上海第一医科大学附属学校
1992-05-28 收稿

表1 镰刀菌产生的毒素

菌种	毒素	菌种	毒素
燕麦镰孢(<i>F. avenaceum</i>)	恩镰孢菌素A和B	甘薯萎蔫座镰孢霉(<i>F. batatis</i>)	萎蔫酸、脱氢萎蔫酸
墨菊粘团镰孢(<i>F. conglutinans</i>)	萎蔫酸、脱氢萎蔫酸	香蕉萎蔫尖镰孢霉(<i>F. cubense</i>)	萎蔫酸、脱氢萎蔫酸
大刀镰孢(<i>F. culmorum</i>)	黄镰孢素(Culmonomarasmin)	木贼镰孢(<i>F. equiseti</i>)	12,13-环氧单端孢霉烯(12,13-epoxytrichothecenes)
拟镰刀形镰孢霉(<i>F. fusarioides</i>)	串珠菌素(Moniliformin)	囊突镰孢(<i>F. gibbosum</i>)	恩镰孢菌素
异孢镰孢(<i>F. heterosporum</i>)	萎蔫酸、脱氢萎蔫酸	根生爪哇镰孢(<i>F. javanicum</i>)	亮红萘
砖红镰孢(<i>F. lateritium</i>)	恩镰孢菌素、 α -吡啶二羧酸(α -picolinic acid)	亚麻镰孢(<i>F. lini</i>)	萎蔫酸、脱氢萎蔫酸
番茄萎蔫座镰孢霉(<i>F. lycopersici</i>)	萎蔫酸、脱氢萎蔫酸、10-脱氢萎蔫酸	菜豆镰孢(<i>F. martii</i>)	亮红萘
粟雪腐镰孢(<i>F. niveum</i>)	萎蔫酸、脱氢萎蔫酸	豌豆直喙镰孢(<i>F. orthoceras</i>)	恩镰孢菌素A和B、萎蔫酸、脱氢萎蔫酸
尖镰孢(<i>F. oxysporum</i>)	恩镰孢菌素A和B	红花尖镰孢变种(<i>F. oxysporum f. sp</i>)	
金黄尖镰孢霉(<i>auranticum</i>)	恩镰孢菌素A和B、萎蔫酸、番茄萎蔫素(Lycomarasin)、番茄萎蔫酸、曲霉萎蔫素B(Aspergillomarasmin B)曲霉萎蔫素A、植物十氢番茄红素(Phytolycopersin)	瓜果萎蔫镰孢霉(<i>melonis</i>)	番茄萎蔫素、番茄萎蔫酸、曲霉萎蔫素B
纹脉镰孢(<i>vasinfectum</i>)	番茄萎蔫素、番茄萎蔫酸、曲霉萎蔫素B、萎蔫酸	早熟禾镰孢(<i>F. poae</i>)	培养滤液(Culture filtrate)
接骨木镰孢(<i>F. sambucinum</i>)	恩镰孢菌素A和B	长尖粉红镰刀霉(<i>F. roseum acuminatum</i>)	恩镰孢菌素
线形煎草镰孢(<i>F. scirpi</i>)	恩镰孢菌素A和B	串珠镰孢(<i>G. fujikuroi</i> (<i>F. moniliforme</i>))	萎蔫酸、脱氢萎蔫酸、10-脱氢萎蔫酸、串珠菌素、赤霉素(Gibberellins)、异亮氨酸茉莉酮酸(Isoleucyljasmonic acid)、酪醇(Tyrosol)
腐皮镰孢变种(<i>F. solani f. sp. pisi</i>)	恩镰孢菌素A和B		
潮湿镰刀菌(<i>F. udum</i>)	亮红萘		
	萎蔫酸、脱氢萎蔫酸		

2 镰刀菌毒素对人及动物致病

由镰刀菌毒素引起的人和家畜的中毒病,早在19世纪末就在世界上引起关注,以后各地时有发生。1891年, woronin曾讨论过在瑞典等处发生的人食用了被侵染的粮食及面包后引起的头痛、呕吐、视觉失调等病症。本世纪70、80年代,加拿大、美国、中国、日本等国先后出现过粮食感染;1970年, Konishi等报道马食用侵染

的饲料后引起痉挛、呼吸困难等症状,使10—15%的马死亡。人或动物的中毒病是因吸收了食物中的真菌毒素,该毒素的分子量较低,在人或动物的新陈代谢过程中没有抗原次级代谢物能对毒素产生效应。毒素通过直接或间接的途径进入食物链,高浓度时产生剧烈的病症,低浓度时可作为致癌物或诱变剂。真菌毒素的感染力因各国的环境因子如农业实践,食品卫生等

不同而不一样。1984年, Mirocha^[2]提出了确定为镰刀菌毒素中毒病的有三类: ①食物中毒性白细胞缺乏症 ②由玉米赤霉烯酮引起的雌性发情综合症 ③由脱氧雪腐镰刀菌烯醇(Deoxyvalenol)引起的拒食。后两类是该菌毒素危害牲畜最典型的病例。

近一世纪对镰刀菌的研究较多, 有不少该菌毒素引起的中毒症状及其物理化学性质已研究比较清楚, 而且还能分离提纯。镰刀菌毒素是最危险的食物污染物之一, 曾被列入国际最优先研究的地位, 但研究工作多停留在实验室水平。1971年, Turner^[3]鉴定了对人、动物有潜在毒性的镰刀菌毒素200种, 但这些毒素在自然界中的发生率很低。因此, 1984年, Mirocha^[1]提出确定镰刀菌毒素的毒性, 应以致病动物的血、尿、粪便作为分析样品, 以往用饲料作样品不可靠, 并指出该病因是复杂的, 不是单一毒素所起的作用。另外, 一种镰刀菌也往往会产生一组毒素, 如1980年Swanson发现生长在水稻上的三隔镰孢(*F. trichinctum*)产生了T-2毒素等10种镰刀菌毒素。所以Mirocha认为研究该菌毒素必须在取样和分析上作一改进。关于

食物链中低水平真菌毒素的存在会长期危害人和动物的健康问题将深入探讨。

3 镰刀菌毒素对昆虫致病

镰孢霉通常分为12—16个组, 其中有10个组可以寄生在昆虫上。1984年, Claydon^[4]等提出15种镰孢霉中有9种可使昆虫致病, 如腐皮镰孢(*F. solani*)、半裸镰孢(*F. semitectum*)、蠕形镰孢(*F. lervarum*)、嗜蚱镰孢(*F. cocophilum*)、砖红镰孢、串珠镰孢、尖镰孢、木贼镰孢、异孢镰孢。每种致病菌只有一种寄主。有些昆虫致病镰孢霉能产生单端孢霉烯族化合物, 1975年, Grove^[5]等对这类化合物的杀虫活性作了分析, 结果见表2。1981年, Cole^[6]等对这类毒素的结构进行了研究, 结果见表3、4。研究镰刀菌毒素使昆虫致病的目的在于力图合成新的杀虫剂。Claydon^[7,8]、Grove^[9]等对9种致病菌进行了探索, 仅对腐皮镰孢、蠕形镰孢、砖红镰孢三种致病菌的杀虫活性、毒素成份及其结构进行了比较详细的研究, 因此, 继续探索镰刀菌毒素对昆虫致病的关系以及杀虫剂的商品化是一个有待开发的领域。

表2 某些12,13-环氧单端孢霉烯族化合物对埃及伊蚊的杀幼虫活性

名 称	浓度 $\mu\text{g/ml}$	致死率(%)及天数		
		1	2	3
二醋酸蕈草镰刀菌烯醇 (Diacetoxyscirpenol)	25	10	19	49
乙酰蛇形菌素 (Deacetylanguidiun)	25	19	24	26
T-2 毒素 (T-2 toxin)	25	27	67	81
二醋酸雪腐镰刀菌烯醇 (Diacetylivalenol)	25	5	8	22
致呕毒素 (Vomitoxin)	100	3	4	4
胺甲萘 (Carbaryl)	1	54	67	73

表3 某些12,13-环氧单端孢霉烯族化合物的结构(I)

名称	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	结构 I
二醋酸蕈草镰刀菌烯醇	H	H	H	OAc	Ac	
乙酰蛇形菌素	H	H	H	OH	Ac	
T-2毒素	H	X	H	OAc	Ac	
二醋酸雪腐镰刀菌烯醇	=O		OH	OAc	Ac	
致呕毒素	=O		OH	H	H	

X=O, CO, CH₂, CHMe₂

表4 某些12,13-环氧单端孢霉烯族化合物的结构(II)

名称	R ₁	R ₂	结构 II
二醋酸蕈草镰刀菌烯醇	Ac	COCH ₂ CHMe ₂	
乙酰蛇形菌素	Ac	COCH ₂ C(OH)Me ₂	
T-2毒素	H	COCH ₂ C(OH)Me ₂	
二醋酸雪腐镰刀菌烯醇	Ac	H	
致呕毒素	H	H	

参 考 文 献

- [1] R B Drysdale. In *The Applied Mycology Fusarium* (edited by M. O. Moss and J. E. Smith), Cambridge: Cambridge University Press, 1984, 95-105.
- [2] Mirocha C J; in *The Applied Mycology Fusarium* (edited by M. O. Moss and J. E. Smith), Cambridge: Cambridge University Press, 1984, 141-155.
- [3] Tuner W B. *Fungal Metabolites*. London: Academic Press, 1971.
- [4] Claydon N, Grove J F. In *The Applied Mycology of Fusarium* (edited by M. O. Moss and J. E. Smith), Cambridge: Cambridge University Press, 1984, 117-128.
- [5] Grove J F, Hosken M. *Biochemical Pharmacology*, 1975, **24**: 959-962.
- [6] Cole R J, Dorner J W, Cox R H. *Journal of Natural Products*, 1981, **44**: 324-330.
- [7] Claydon N, Grove J F, Pople M. *Journal of Invertebrate pathology*, 1977, **30**: 216-223.
- [8] Claydon N, Grove J F, Pople M. *Journal of Invertebrate Pathology*, 1979, **33**: 364-370.
- [9] Grove J F, Pople M. *Mycopathologia*, 1980, **70**: 103-105.