

澎湖花生田黃麴菌之分布與消長

李協昌¹ 莊再揚²

1. 台北縣 行政院環境保護署環境檢驗所

2. 台北市 國立台灣大學植物病蟲害學系

接受日期：中華民國 81 年 11 月 30 日

摘 要

李協昌、莊再揚。1992。澎湖花生田黃麴菌之分布與消長。植病會刊 1:174-183。

於 1990-1992 年期間，由澎湖縣湖西鄉、白沙鄉、西嶼鄉及馬公市分別選定花生田 14 區、5 區及 5-7 區，以調查黃麴菌 *Aspergillus flavus* 之水平、垂直分布及其消長。水平分布之平均菌量介於 786-3467 propagules/g dry soil；砂質土、壤質砂土及砂質壤土之本菌垂直分布均以 0-5 cm 含菌量最高，介於 473-2595 propagules/g dry soil，且均依土壤深度而遞減；在黃麴菌消長方面，各試驗田之菌量大致由 6、7 月起不規則攀升，同年 11、12 月或翌年 2、3 月以後漸次下降。灌溉田各月份之菌量大致均低於非灌溉田，兩者之本菌消長趨勢相同。以氣象因子對水平菌量作逐步迴歸分析，顯示土壤採集日期之前累計 3 週之日平均相對濕度之平均值與口最高氣溫之平均值為影響本菌水平分布的最主要因素。個別試驗田之菌量與該田土壤水分含量、酸鹼值、導電度、有機質含量、田間含水量及土壤含砂、粉、黏粒百分比作迴歸分析，顯示均無相關性。以溫度、濕度及土壤等因子對本菌消長作逐步迴歸分析，結果顯示，影響本菌在各試驗田消長的因素不盡相同，大致以溫度因子為主要影響要素。

關鍵字：黃麴菌、花生。

緒 言

黃麴菌是世界主要花生栽培區普遍存在於土壤中的一種腐生真菌，它在土壤中的殘存型式有菌核 (Sclerotium)、分生孢子及菌絲索 (Mycelial strand) 等 (21)。本菌在土壤中發生情形主要受土壤型態、作物栽培相、有機質含量、水分保持容量 (Water-holding capacity)、土壤濕度及季節溫度等的影響 (9,12,14,16,18,20,22)。蔡和葉氏 (4) 由澎湖及崙背試驗田之花生仁共分離 20 株黃麴菌，鑑定後確定均為 *Aspergillus flavus* Link。其後翁氏等 (1) 再由澎湖試驗田之花生仁分離 65 株黃麴菌，經鑑定結果亦均為 *A. flavus*。Tzean 氏等 (24) 調查台灣地區麴菌屬及其有性世代，結果顯示，由澎湖花生田土壤及花生仁等分離之黃麴菌亦均為 *A. flavus*，但澎湖花生田中尚未有發現 *Aspergillus parasiticus* spear 之報導。Bell 和 Crawford 氏等 (6) 在美國喬治亞州試驗田測得 *A. flavus* 之密度為 5×10^3 - 1.5×10^4 propagules/g soil；McDonald 氏 (16) 在奈及利亞花生田土壤、莢果外層土壤及莢果生長區土壤各分離得黃麴菌 0 - 7.7×10^4 ，

0 - 1.9×10^4 及 0 - 2.0×10^5 propagules/g dry soil；而 Griffin 氏等 (11,13) 分別於 1971-1972 及 1975-1979 由美國維吉尼亞州試驗田莢果生長區土壤分離得黃麴菌 0.5 - 57 及 1.7 - 1.3×10^2 propagules/g dry soil；Graham 氏 (10) 報導指出，澳洲 South Barnett 地區曾有黃麴菌 1.7 - 2×10^3 spores/g soil 之記載；Mehan 氏等 (17) 則由印度試驗田分離得黃麴菌 2.2×10^2 - 7.2×10^4 propagules/g soil。由上述學者關於花生田黃麴菌之調查結果，顯示黃麴菌無論在相同或不同地區之菌量變化均很大。本研究之目的在調查澎湖地區花生田中黃麴菌水平、垂直分布及兩年期間之消長情形，並探討氣象因子及土壤理化性質與黃麴菌分布及消長之關係。

材料與方法

黃麴菌之分離與鑑定

由分布於馬公市、湖西鄉、白沙鄉及西嶼鄉之 19 區花生田採集花生及花生莢果生長區土壤，以鑑定黃麴菌種類。各試驗田採集 5-10 點 (花生與土壤同時採

集)，分別混合為一花生及土壤樣品。選擇性培養基 M3S1B (Peptone, 5 g; Glucose, 10 g; KH_2PO_4 , 1 g; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0.5 g; NaCl, 30 g; Difco agar, 20 g; Distilled water, 1 L; pH 5.3–5.4; Streptomycin sulfate, 50 mg; Chlorotetracycline, 50 mg; Botran, 1 mg (溶於 3 ml Acetone)) (12) 添加或不加 Tergitol NP-7 (0.1%) 後，以其分離黃麴菌，培養於 30 C 3–5 天後，逢機挑取綠色或黃綠色菌落，移植於 Czapek's agar 培養基中，依據 Raper 和 Fennell 氏 (23) 的方法，鑑定黃麴菌及其種類。

黃麴菌之水平分布測定

1990年6月14日、7月24日、8月6日及1991年7月28日等花生生長期間，採集分布於湖西鄉、白沙鄉及西嶼鄉之14區試驗田之花生莢果生長區土壤，調查黃麴菌之水平分布情形。各試驗田採集5–10點，混合為一土壤樣品，在室內平鋪於淺盤中陰乾並磨碎之後，以0.71 mm孔徑之鋼篩過篩，取過篩之土壤50–100 g，測水分含量(105 C, 24 hr)；另取土壤50 g，置於500 ml之0.08%洋菜膠溶液中(2)，以果汁機低速分次攪拌2.5 min，取前述10倍之土壤稀釋液各40及20 ml，分別置於160及180 ml之0.08%洋菜膠溶液中，混合均勻，即得50及100倍之土壤稀釋液。取前述10、50及100倍之土壤稀釋液各0.5 ml，分別置於選擇性培養基 M3S1B-Tergitol NP-7 之平板中，使均勻散布於平板，每一稀釋5個平板。培養皿於30 C 無照光恆溫箱中培養3–4天後，計數黃麴菌菌落數。

黃麴菌之垂直分布測定

由分布於馬公市、湖西鄉及西嶼鄉之5區花生田採集深度0–5、5–10、10–15與15–20 cm之土壤，調查黃麴菌在花生田土壤中之垂直分布情形。各試驗田每一深度採集5點，混合為一樣品，共4個土壤樣品，在室內平鋪於淺盤中陰乾並磨碎之後，依前述方法進行過篩、水分含量測定及黃麴菌之分離。

黃麴菌之田間消長測定

由1990年7月至1992年6月期間，逐月採集灌溉田1區及非灌溉田4區之花生根圈莢果生長區土壤。為配合輪作，由1991年3月起，另增加灌溉田及非灌溉田各1區，以調查黃麴菌族群在土壤中之消長。各試驗田逢機採集5–10點，混合一土壤樣品，經適度風乾後，依前述方法進行過篩、水分含量測定及黃麴菌之分離。

土壤理化性質與黃麴菌水平分布之關係

取前述調查黃麴菌水平分布之土壤樣品，測定其水分含量、田間容水量、酸鹼值、導電度、有機質含

量及土壤質地(20,25)。分析土壤中黃麴菌量與上述土壤理化性質之相關性。

氣象因子及土壤理化性質與黃麴菌消長之關係

取前述調查黃麴菌消長之土壤樣品，測定其水分含量、酸鹼值、導電度及有機質含量。另置曲管溫度計於試驗田之花生根圈莢果生長區土壤，每隔2–3天於下午3時記錄土壤溫度，計算每月土壤採集日期之前累計1、2、3及4週之花生根圈莢果生長區土壤溫度之平均值。由澎湖氣象站取1990年6月至1992年6月之逐日氣象資料。計算每月土壤採集日期之前累計1、2、3及4週之日平均氣溫之平均值、日最高氣溫之平均值、日平均相對濕度之平均值、降雨量及降雨天數。逐月測得之土壤理化性質及氣象資料分別對各試驗田之該月土壤黃麴菌菌量作相關性分析與逐步迴歸分析(7)，以探討影響黃麴菌消長之主要因素。

結 果

黃麴菌之分離與鑑定

以相同土壤樣品測試 M3S1B 與 M3S1B-Tergitol NP-7 (0.1%) 平板之黃麴菌分離效果，結果顯示，土壤之10、100及1000倍稀釋液在 M3S1B 及 M3S1B-Tergitol NP-7 (0.1%) 平板(三重複)之平均菌落數分別為49.3, 10.3, 1.3及50.6, 9.6, 0, 兩者之結果相似；在菌落大小方面，M3S1B者直徑約2–11 cm，M3S1B-Tergitol NP-7 (0.1%)者直徑約0.5–2 cm，後者可避免不同菌落間快速癒合，較不影響黃麴菌落之計數。因此，本試驗以後者當作選擇性培養基以分離黃麴菌。由澎湖四鄉(市)花生田採集之花生及土壤，以選擇性培養基分離黃麴菌，經鑑定結果，均為 *A. flavus*，未發現 *A. parasiticus*。

黃麴菌之水平分布

澎湖地區花生田黃麴菌之水平分布情形，因採樣地點及日期之不同而差異很大(表一)。14區試驗田之平均菌量介於786–3467 propagules/g dry soil，個別試驗田之間差異很大，介於124–11622 propagules/g dry soil。於1990年14區試驗田之平均菌量大致隨月份之增加而有遞減之趨勢；而1991年7月28日之大部分土壤樣品黃麴菌密度較1990年7月及8月的土壤樣品為高；在14區試驗田中有11區較高。各日期採集之砂質土(西嶼5)黃麴菌菌量均有較低之趨勢。

黃麴菌之垂直分布

澎湖地區花生田黃麴菌垂直分布情形如圖一所示。試驗田馬公1 (Ma-Kung 1)、馬公2 (Ma-Kung 2) 及馬

表一、不同時期澎湖花生田之黃麴菌水平分布

TABLE 1. Survey of *Aspergillus flavus* in peanut fields at various dates at Penghu

Location ¹	Soil ² texture	Propagules/g dry soil			
		6/14/1990	7/24/1990	8/6/1990	7/28/1991
Hu-Hsi 2	SL	1255	918	626	3351
Hu-Hsi 3	LS	3413	798	704	7989
Hu-Hsi 5	LS	2278	1260	420	292
Hu-Hsi 6	LS	1343	178	128	682
Hu-Hsi 7	LS	7215	348	3134	5018
Pai-Sha 1	LS	4641	999	722	314
Pai-Sha 2	LS	6576	124	168	620
Pai-Sha 3	SL	2748	2383	1247	789
Hsi-Yu 1	LS	11622	447	862	1296
Hsi-Yu 2	LS	659	1507	864	2263
Hsi-Yu 3	LS	4637	915	477	1408
Hsi-Yu 4	LS	1281	847	266	1822
Hsi-Yu 5	S	465	426	302	1039
Hsi-Yu 6	LS	405	584	786	2248
Average		3467	838	786	2081

1. Hu-Hsi: 湖西; Pai-Sha: 白沙; Hsi-Yu: 西嶼。

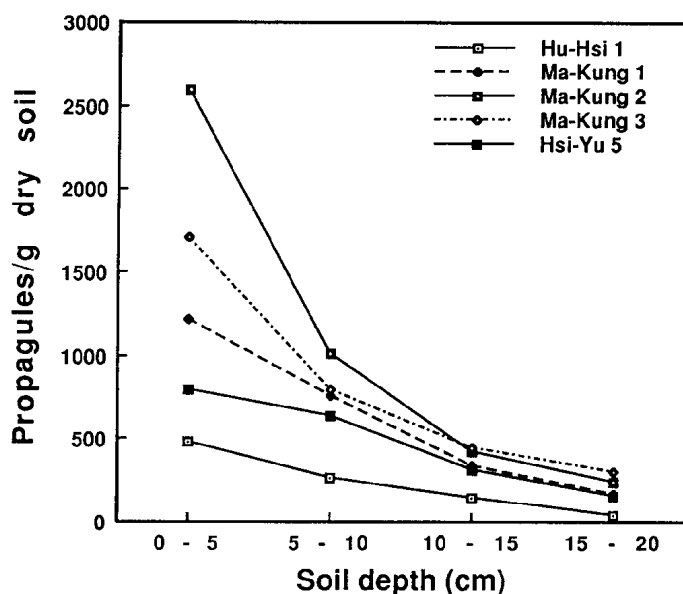
2. SL: Sandy loam soil, LS: Loamy sand soil, S: sandy soil.

公3 (Ma-Kung 3)之土壤質地均為砂質壤土; 湖西1 (Hu-Hsi 1)為壤質砂土; 而西嶼5 (Hsi-Yu 5)則為砂質土。各試驗田在土壤深度0-5, 5-10, 10-15及15-20 cm之菌量分別為1207, 759, 337及167 (馬公1); 2595, 1008, 417及245 (馬公2); 1706, 789, 442及306 (馬公3); 473, 261, 144及42 (湖西1); 787, 641, 307及155 (西嶼5) propagules/g dry soil。顯示各試驗田每克乾土之菌量均隨土壤深度增加而遞減, 且5區試驗田在各土壤深度之菌量互有差異, 其中以深度0-5及5-10 cm時差異最大, 而壤質砂土(湖西1)與砂質土(西嶼5)在各深度之菌量均有較低之趨勢。

黃麴菌之田間消長

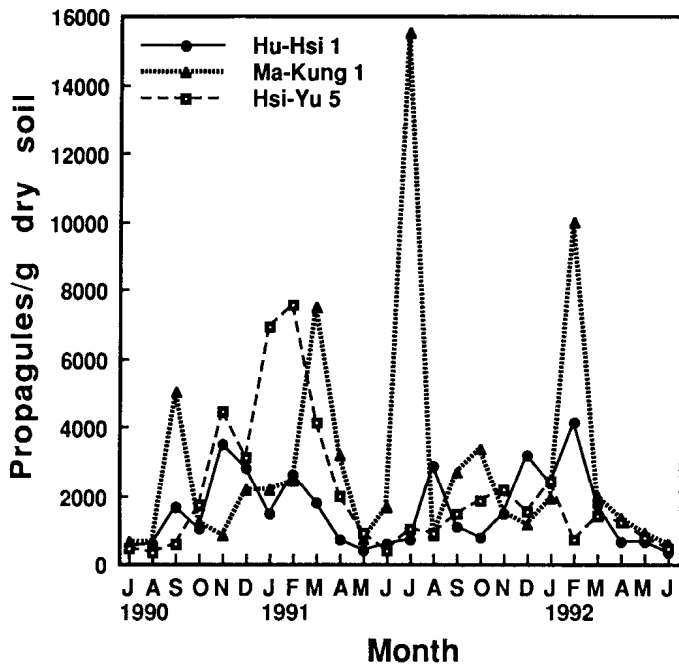
1990年7月至1992年6月之黃麴菌田間消長調查結果如圖二所示, 顯示各試驗田之菌量大致於6、7月後不規則攀升, 於11、12或2、3月以後漸減, 而在5、6月時族群密度降至最低。就個別試驗田而言, 湖西1(Hu-Hsi 1)、馬公1 (Ma-Kung 1)及西嶼5 (Hsi-Yu 5)試驗田菌量分別於1990年7-11月、1990年7月-1991年3月及1990年7月-1991年2月間不規則漸增, 而後漸減; 又分別於1991年7-12月、6-10月及7-12月間不規則漸增, 而後漸減。非灌溉田各月份菌量大

致均高於灌溉田(圖三), 兩者的消長情形均為1990年7月-1991年3月間不規則漸增, 1991年3月之後漸減, 又於6、7月之後不規則漸增。



圖一、澎湖花生田黃麴菌之垂直分布。

Fig. 1. Propagule density of *Aspergillus flavus* in various soil depth of peanut fields.



圖二、澎湖花生田黃麴菌在不同月份之消長。

Fig. 2. Propagule density of *Aspergillus flavus* in peanut fields at various time. Growing season of peanut: Feb. 1990 – Oct. 1990; Mar. 1991 – Nov. 1991.

土壤理化性質與黃麴菌水平分布之關係

土壤酸鹼值、水分含量、導電度、有機質含量、田間容水量及含砂、坩、粘粒百分比等土壤因子對 14 區試驗田之水平菌量作迴歸分析，結果顯示均無相關（圖四）。

氣象因子及土壤理化性質與黃麴菌消長之關係

對黃麴菌消長做相關性分析與逐步迴歸分析之溫度、濕度及土壤等因子，即每月土壤採集日期之前累計 1、2、3 及 4 週之日平均氣溫之平均值 (AT 1-4)、日最高氣溫之平均值 (MAT 1-4)、花生根圈莢果生長區土壤溫度之平均值 (GT 1-4)、日平均相對濕度之平均值 (RH 1-4)、降雨量 (AP 1-4) 及降雨天數 (DP 1-4) 以及該月所採集土壤樣品之水分含量 (SW)、酸鹼值 (pH)、導電度 (EC)、有機質含量 (OM) 等，詳如表二所列。表三顯示，除試驗田馬公 1 (MK 1)、馬公 4 (MK 4) 及馬公 5 (MK 5) 之外，各項溫度因子 (包括累計 1-4 週之日平均氣溫之平均值、日最高氣溫之平均值、根圈莢果生長區土壤溫度之平均值) 大致與其他試驗田之黃麴菌消長呈顯著負相關，尤其在試驗田西嶼 5 (HY 5) 幾乎均達極顯著水準 ($P < 0.001$)。而各項濕度因子大致與各試驗田之黃麴菌消長均無相關，僅累計 2 週之降雨量、累計 4 週之降雨量及累計 2 週之日平均相對濕度之平均值分別與試驗田馬公 4 及馬公

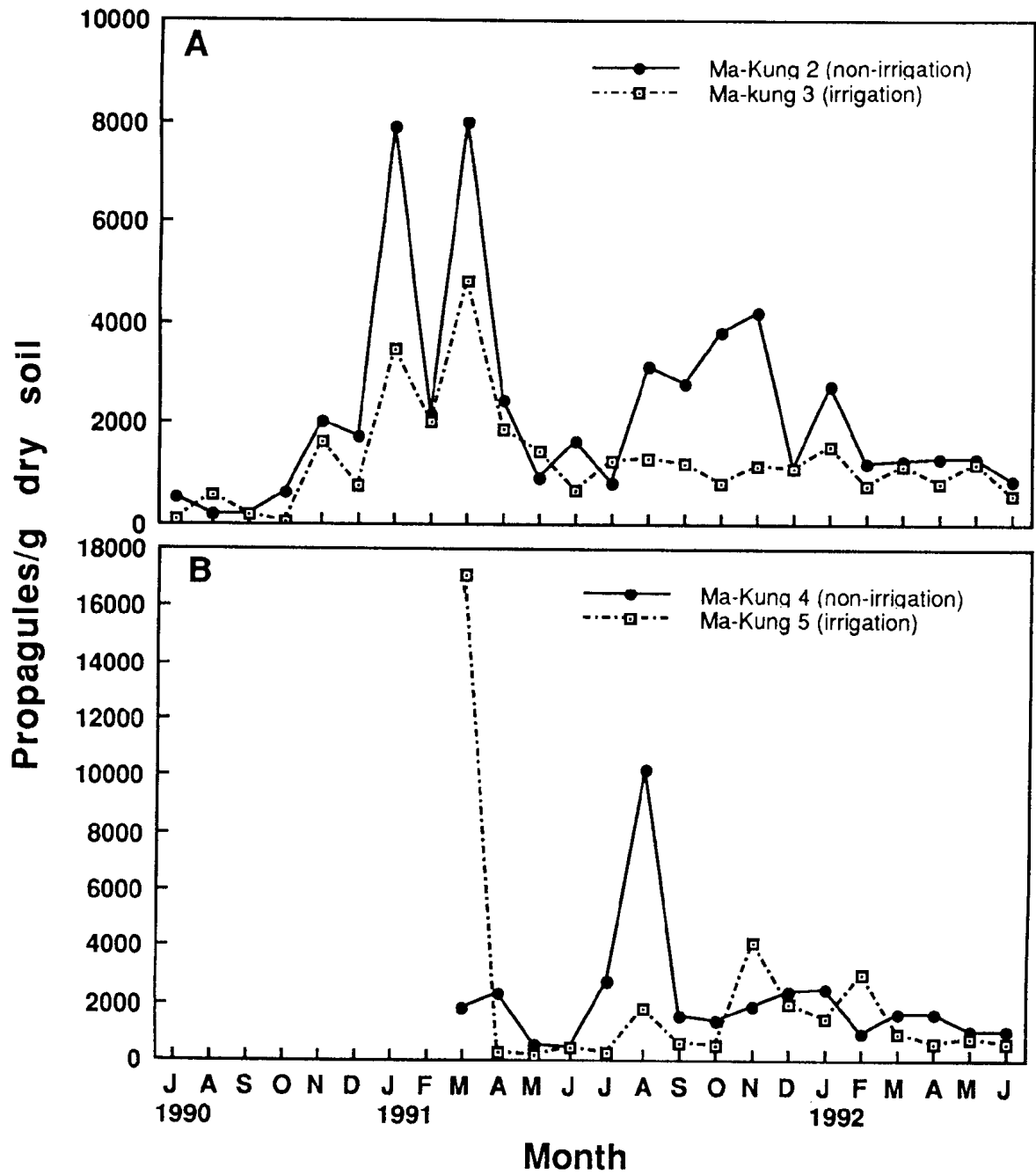
表二、對花生田黃麴菌消長作相關性分析與逐步迴歸分析之溫度、濕度、土壤及花生等變數一覽表

TABLE 2. Summary of independent variables used for analyzing the propagule density of *Aspergillus flavus*

Variable	Symbol ¹
Temperature	
Mean air temperature	AT(1-4)
Mean maximum air temperature	MAT(1-4)
Mean geocarposphere temperature	GT(1-4)
Humidity	
Mean RH (%)	RH(1-4)
Accumulated precipitation (mm)	AP(1-4)
Day of precipitation	DP(1-4)
Soil	
Electric conductivity (ms/cm)	EC
Organic matter (%)	OM
Water content (%)	SW
pH	pH

1. Numbers (1-4) represent data from the 1st week and the 2, 3, and 4-week intervals, respectively, before the date of sampling.

5 達顯著相關 ($P < 0.05$)。土壤因子方面，導電度分別與試驗田馬公 4 及馬公 5 達極顯著及顯著正相關，水分含量與試驗田馬公 2 (MK 2) 及馬公 3 (MK 3) 均達顯著正相關，酸鹼值與試驗田馬公 4 達顯著正相關，至於有機質含量則與各試驗田的黃麴菌消長均無相關。逐步迴歸分析結果顯示，影響各試驗田黃麴菌消長之因子不盡相同 (表四)。但除試驗田馬公 1 之外，溫度因子為影響本菌在各試驗田消長之重要因子。就個別試驗田而言，影響試驗田湖西 1 (HH 1)、馬公 1、馬公 2、馬公 3、馬公 4、馬公 5、及西嶼 5 本菌消長之主要因子分別為累計 2 週之根圈莢果生長區土壤溫度之平均值，累計 3 週之日最高氣溫之平均值；累計 3 週之降雨天數；累計 3 週之日最高氣溫之平均值；有機質含量，水分含量，累計 4 週之根圈莢果生長區土壤溫度之平均值；累計 4 週之根圈莢果生長區土壤溫度之平均值；累計 3 週之日最高氣溫之平均值。前述之溫度、濕度及土壤等因子 (表二) 對各試驗田黃麴菌消長作逐步迴歸分析所得迴歸方程式之顯著性因試驗田而異，試驗田西嶼 5 達極顯著水準，馬公 2 與馬公 3 均達顯著水準，而湖西 1、馬公 1、馬公 4 及馬公 5 則均未達顯著水準 ($P < 0.1$)。



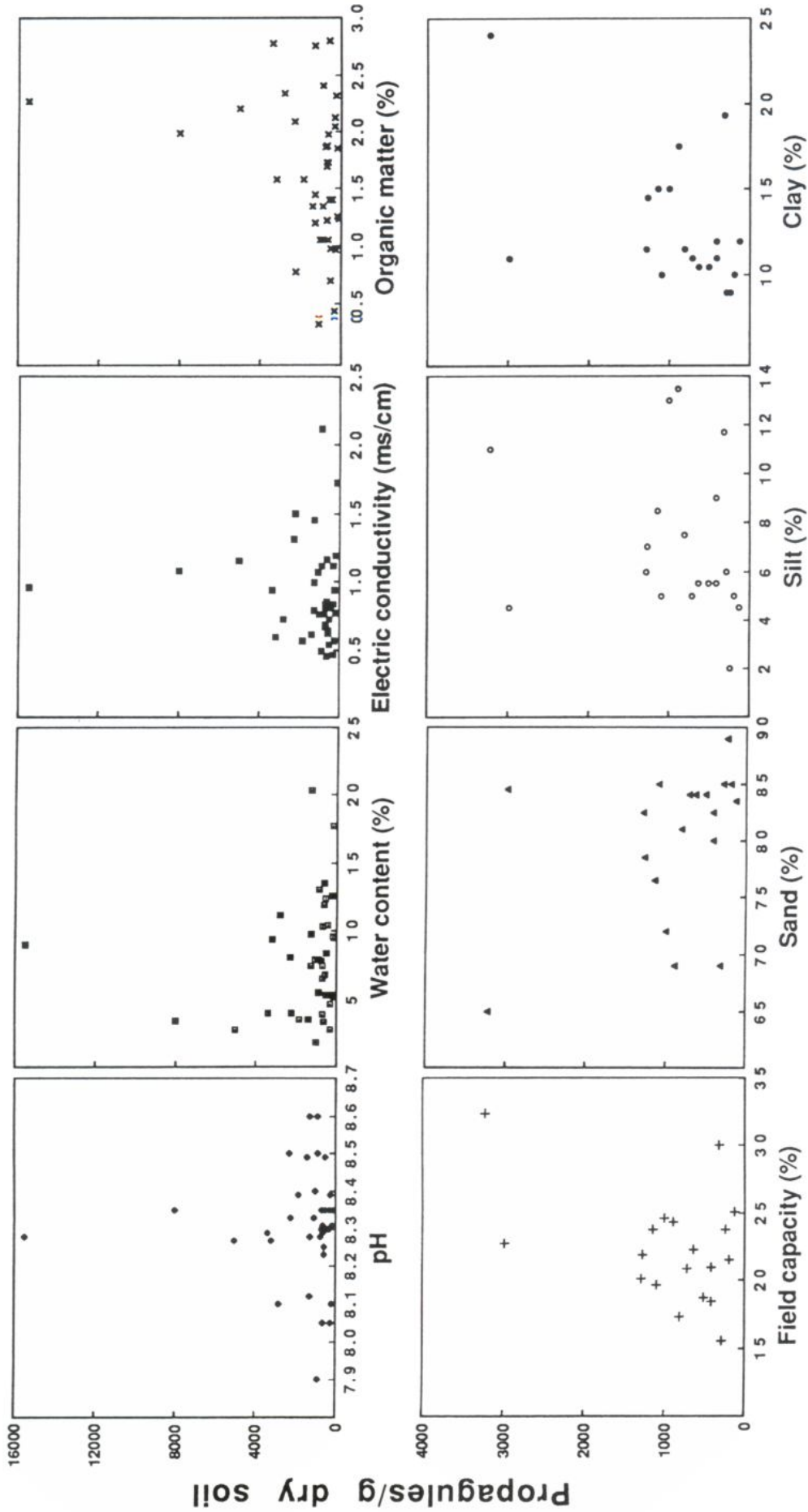
圖三、灌溉田與非灌溉田土壤黃麴菌在不同月份之消長。

Fig. 3. Propagule density of *Aspergillus flavus* in irrigated and non-irrigated peanut fields at various time. (A) Jul. 1990 - Jun. 1992; growing season of peanut : Feb. 1990 - Oct. 1990. (B) Mar. 1991 - Jun. 1992; growing season of peanut : Mar. 1991 - Nov. 1991.

討 論

分布於湖西、白沙、西嶼鄉之 14 區試驗田在各花生生長期之黃麴菌菌量，除 1990 年 6 月 14 日之菌量範圍在 $4.1 \times 10^2 - 1.2 \times 10^4$ propagules/g dry soil，其差異較大外，其餘生長期均介於 $1.2 \times 10^2 - 8.0 \times 10^3$ propagules/g dry soil。14 區試驗田平均菌量在 1990 年均有隨月份增加而減少的趨勢。各試驗田菌量與土壤

理化性質之迴歸分析結果，顯示彼此間均無相關；然而氣象因子對平均菌量之逐步迴歸分析結果，顯示土壤採集日期之前累計 3 週之日平均相對濕度之平均值與日平均最高氣溫之平均值為影響本菌水平分布之最主要影響因子，意味澎湖地區氣象因子對試驗田黃麴菌族群之影響力大於土壤理化性質。澎湖地區試驗田菌量與學者們在世界其他地區之調查結果 (6,11,13) 相比較，顯示互有高低。Griffin 和 Garren 氏 (11) 報告土



圖四、花生田土壤理化性質與黃麴菌水平分布之關係。
Fig. 4. Relationships between horizontal propagule density of *Aspergillus flavus* and soil properties of peanut fields.

表三、花生田黃麴菌消長對不同變數的相關性分析結果

TABLE 3. Correlation of different variables with population density of *Aspergillus flavus* in peanut fields¹

Variable ²	Propagule density ³						
	HH1	MK1	MK2	MK3	MK4	MK5	HY5
Temperature							
AT-1	-0.514*	-0.100 NS	-0.479*	-0.495*	0.175 NS	-0.369 NS	-0.785***
AT-2	-0.523*	-0.093 NS	-0.480*	-0.517*	0.164 NS	-0.333 NS	-0.757***
AT-3	-0.520*	-0.130 NS	-0.508*	-0.558*	0.187 NS	-0.385 NS	-0.761***
AT-4	-0.509*	-0.106 NS	-0.494*	-0.562*	0.185 NS	-0.353 NS	-0.768***
MAT-1	-0.491*	-0.084 NS	-0.479*	-0.474*	0.151 NS	-0.346 NS	-0.785***
MAT-1	-0.528*	-0.075 NS	-0.489*	-0.501*	0.142 NS	-0.310 NS	-0.751***
MAT-1	-0.219 NS	-0.150 NS	-0.577**	-0.391 NS	0.163 NS	-0.396 NS	-0.789***
MAT-1	-0.529*	-0.087 NS	-0.484*	-0.539*	0.159 NS	-0.329 NS	-0.758***
GT-1	-0.529*	— ⁴	-0.538*	-0.463 NS	0.348 NS	0.285 NS	—
GT-2	-0.608*	—	-0.530 NS	-0.536*	0.333 NS	0.521 NS	—
GT-3	-0.584*	—	-0.499 NS	-0.522**	0.365 NS	0.477 NS	—
GT-4	-0.573*	—	-0.482 NS	-0.542*	0.039 NS	0.364 NS	—
Humidity							
RH-1	0.240 NS	0.283 NS	0.140 NS	0.144 NS	0.450 NS	0.597 NS	-0.445 NS
RH-2	-0.196 NS	0.433 NS	0.182 NS	0.270 NS	0.416 NS	0.623**	-0.215 NS
RH-3	-0.201 NS	0.383 NS	0.023 NS	0.155 NS	0.493 NS	0.469 NS	-0.229 NS
RH-4	-0.182 NS	0.361 NS	0.022 NS	0.156 NS	0.507 NS	0.435 NS	-0.253 NS
AP-1	-0.286 NS	-0.025 NS	-0.178 NS	-0.129 NS	-0.019 NS	0.053 NS	-0.220 NS
AP-2	-0.130 NS	0.117 NS	-0.091 NS	0.111 NS	0.609*	0.358 NS	-0.135 NS
AP-3	-0.051 NS	0.140 NS	-0.142 NS	0.098 NS	-0.023 NS	0.353 NS	-0.120 NS
AP-4	-0.056 NS	-0.022 NS	-0.273 NS	-0.223 NS	-0.770*	-0.011 NS	-0.386 NS
DP-1	-0.201 NS	0.405 NS	0.190 NS	0.195 NS	0.348 NS	0.285 NS	-0.023 NS
DP-2	-0.138 NS	0.411 NS	0.084 NS	0.214 NS	0.333 NS	0.521 NS	-0.018 NS
DP-3	-0.089 NS	0.449 NS	0.134 NS	0.214 NS	0.365 NS	0.477 NS	-0.001 NS
DP-4	-0.123 NS	0.323 NS	0.108 NS	0.101 NS	0.039 NS	0.364 NS	-0.020 NS
Soil							
EC	0.185 NS	0.141 NS	0.413 NS	0.181 NS	-0.424 NS	0.898**	0.502*
OM	0.275 NS	0.126 NS	0.065 NS	-0.281 NS	0.112 NS	-0.056 NS	-0.012 NS
SW	0.134 NS	0.187 NS	0.547*	0.479*	0.203 NS	0.527 NS	-0.116 NS
pH	-0.324 NS	-0.049 NS	-0.018 NS	-0.302 NS	0.636*	-0.348 NS	-0.451 NS

1. NS: No significant; *: Significant ($P < 0.05$); **: Significant ($P < 0.01$); ***: Significant ($P < 0.001$).

2. All individual variables are defined in Table 2.

3. HH1: Hu-Hsi 1 (湖西 1); MK1-5: Ma-Kung 1-5 (馬公 1-5); HY5: Hsi-Yu 5 (西嶼 5).

4. —: No detect.

表四、溫度、濕度及土壤等變數對不同花生田黃麴菌消長之逐步迴歸分析

TABLE 4. Stepwise regression of temperature, humidity and soil variables on propagules density of *Aspergillus flavus* in various peanut fields

Location ¹	Regression equation ²	R ²	Significant
HH 1	$Y = 3481.041 - 293.871X_3 + 243.969X_5$	0.516	$P < 0.01$
MK 1	$Y = 2354.954 + 2611.17X_6$	0.155	$P < 0.1$
MK 2	$Y = 6374.231 - 160.749X_5$	0.234	$P < 0.05$
MK 3	$Y = 9733.193 - 1265.232X_1 - 77.832X_2 - 146.406X_4$	0.539	$P < 0.05$
MK 4	$Y = 3285.168 - 80.496X_4$	0.358	$P < 0.1$
MK 5	$Y = 3285.168 - 80.496X_4$	0.358	$P < 0.1$
HY 5	$Y = 1122.085 - 326.713X_5$	0.599	$P < 0.001$

1. HH 1: Hu-Hsi 1(湖西 1); MK 1-5: Ma-Kung 1-5 (馬公 1-5); HY 5: Hsi-Yu 5(西嶼 5).

2. Y: *Aspergillus flavus* (propagule/g dry soil).

X₁: OM, X₂: SW, X₃: GT-2, X₄: GT-4, X₅: MAT-3, X₆: DP-3, where all individual variables are defined in Table 2.

壤黃麴菌菌量與土壤理化性質資料之迴歸分析結果，顯示 1971 年均無相關；1972 土壤砂、坩、粘粒百分比及導電度均達顯著或極顯著水準。雖然他們 1971 年的結果與本試驗相同，但 1972 年之結果與本研究結果並不相同，他們調查之土壤含菌量均低，介於 0.5–57.3 propagules/g dry soil，其土壤為酸性且導電度 (0.08–0.10 ms/cm) 較本研究之鹼性土壤導電度 (0.45–2.10 ms/cm) 為低，是否因土壤理化性質差異造成，仍待研究。另外，他們並未分析氣象因子與土壤黃麴菌密度之關係，無法做進一步的比較。許多研究 (6,15,17) 均提及不同性質土壤對黃麴菌之影響，指出不同土綱 (Order，按美國新土壤分類法將土壤分類為 10 土綱，如 Alfisols 及 Vertisols 等) 對黃麴菌族群之影響遠大於同一土綱之不同質地土壤。Mehan 氏等 (17) 的研究指出，聚鋁鐵土 (Alfisols) 之黃麴菌菌量明顯大於膨脹土 (Vertisols)，聚鋁鐵土中白砂質土之黃麴菌菌量則有低於砂質壤土之趨勢。謝氏指出，澎湖地區均為聚鋁鐵土 (5)，本研究之砂質土、壤質砂土及砂質壤土之平均菌量分別為 558，1706，1733 propagules/g dry soil，與 Mehan 氏等的研究結果有相同之處。

根據曾和曾氏 (3) 的論述，一般產生黃麴毒素之黴菌為好氣性，其中黃麴菌在 100% N₂ 或 CO₂ 之環境中無法生長，但如果回復至有充分空氣之環境中即能恢復其生長能力，假使空氣中 CO₂ 濃度由 0.03% 增高至 20% 以上時，則菌之生長或孢子的產生受到抑制。澎湖地區黃麴菌菌量依土壤深度而遞減，且壤質砂土與砂質土之黃麴菌菌量在各深度均有較低之趨勢，尤

其在土壤 0–10 cm 時最明顯，與前文所述黃麴菌水平分布在砂質土較低之趨勢相符。但是 Griffin 氏等 (11) 在相關的研究中卻得到不相同的結果，Griffin 氏等在 1976–1977 年分別調查 5 區試驗田在土壤深度 0–12.7 cm 及 12.7–25.6 cm 之黃麴菌菌量，1976 年 5 區試驗田在土壤深度 12.7–25.4 cm 之菌量均高於 0–12.7 cm 者；1977 年 2 區試驗田在深度 12.7–25.4 cm 之菌量亦均高於 0–12.7 cm，而另 3 區試驗田則相反，但差異並不大。此顯示除了氧氣與二氧化碳濃度外，應還有其他因子影響本菌在不同土壤深度的分布。本試驗亦顯示溫度與濕度是影響土壤菌量的重要因子。

黃麴菌之消長無論在灌溉田或非灌溉田均呈年度之起伏現象。以溫度、濕度及土壤等因子對黃麴菌消長之逐步迴歸分析結果，發現影響黃麴菌在各試驗田消長的因子不盡相同，除試驗田馬公 1 之影響因子為累計 3 週之降雨天數外，溫度為其餘試驗田之重要影響因子。此溫度因子包括累計 2 週之根圈莢果生長區土壤溫度之平均值 (湖西 1 介於 17.1–38.3 C)，累計 4 週之根圈莢果生長區土壤溫度之平均值 (馬公 3 介於 18.8–38.0 C，馬公 4 介於 18.3–31.5 C)，累計 3 週之日最高氣溫平均值 (介於 17.44–32.9 C)。一般而言，在人工培養基上黃麴菌生長之溫度範圍為 6–46 C；最適生長溫度為 36–38 C (8)。本試驗花生田根圈莢果生長區之平均土壤溫度最高達 38.3 C，有偏高趨勢，但此是否為溫度因子與試驗田湖西 1、馬公 3 及馬公 4 之本菌消長呈負相關的主要因素，需要進一步探討。Mert 和 Ekmekei 氏 (19) 曾報導，黃麴菌在 Czapek's liquid medium 中含 9% NaCl，導電度 69.5 ms/cm 時，最適

合其營養生長，當 Czapek's liquid medium 不含 NaCl，導電度為 2.7 ms/cm 時，其產孢量最大。由各試驗田土壤之導電度調查結果，顯示澎湖地區土壤於 10-11 月乾季開始導電度即漸增，迄翌年 5、6 月雨季來臨始降低，導電度在 12、1 月達高峰，此時期之導電度範圍介於 1.01-4.06 ms/cm，應有利於產孢，然而各試驗田導電度與菌量之相關性並不顯著，顯示影響黃麴菌在田間土壤中產孢之因子十分複雜，尙待繼續研究。

謝 辭

本研究承 行政院農業委員會 80-農建-7.1-糧-85(12)與 81-農建-12.2-糧-28(3)計畫經費補助，以及高雄區農業改良場林順臺先生在田間試驗方面諸多協助，謹此申謝。

引用文獻

1. 翁愷慎、李協昌、李宏萍. 1990. 省產穀物中黃麴毒素污染之追蹤及產毒菌系之初步調查. 台北市 行政院農業委員會。
2. 莊再揚. 1986. 土壤添加物對香蕉黃葉病菌之影響. 植物保護會刊 28:253-262。
3. 曾信雄、曾聰徹. 1985. 污染農產品的黃麴毒素. 科學發展月刊 5:285-307。
4. 蔡阿輝、葉忠川. 1985. 落花生黃麴毒素污染與抗病篩選之研究. 中華農業研究 34:79-86。
5. 謝兆申、王明果. 1989. 台灣土壤. 臺中市 國立中興大學土壤調查試驗中心. 205 頁。
6. Bell, D. K., and Crawford, J. L. 1967. A Botran-amended medium for isolating *Aspergillus flavus* from peanut and soil. *Phytopathology* 57:939-941.
7. Chuang, T. Y., and Jeger, M. J. 1987. Predicting the rate of development of black sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis* var. *difformis*) disease in southern Taiwan. *Phytopathology* 77:1542-1547.
8. Diener, U. L., and Davis, N. D. 1973. Deterioration of peanut seed quality caused by fungi, p. 523-557. *in* Peanut Culture and Uses. Am. Peanut Res. Educ. Asso, Inc., Stillwater, Okla.
9. Graham, J. C. 1982. The occurrence of aflatoxin in relation to soil type and pod splitting. *Food Technology (Australia)* 34:208-212.
10. Graham, J. 1982. Aflatoxin in peanuts : Occurrence and control. *Queensland Agricultural Journal* 20:112-119.
11. Griffin, G. J., and Garren, K. H. 1974. Population levels of *Aspergillus flavus* and the *A. niger* group in Virginia peanut field soils. *Phytopathology* 64:322-325.
12. Griffin, G. J., Ford, R. H., and Garren, K. H. 1975. Relation of *Aspergillus flavus* colony growth on three selective media to recovery from naturally infested soil. *Phytopathology* 65:704-707.
13. Griffin, G. T., Garren, K. H., and Taylor, J. D. 1981. Influence of crop rotation and minimum tillage of the population on *Aspergillus flavus* group in peanut field soil. *Plant Disease* 65:898-900.
14. Joffe, A. Z. 1969. Aflatoxin produced by 1,626 isolates of *Aspergillus flavus* from groundnut kernels and soils in Israel. *Nature* 221:492.
15. Joffe, A. Z., and Lisker, N. 1970. Effects of crop sequence and soil type on the mycoflora of groundnut kernels. *Plant and Soil* 32:531-533.
16. McDonald, D. 1969. The influence of the developing groundnut fruit on soil mycoflora. *Transactions British Mycological Society* 53:393-406.
17. Mehan, V. K., Mayee, C. D., Jayanthi, S., and McDonald, D. 1991. Preharvest seed infection by *Aspergillus flavus* group fungi and subsequent aflatoxin contamination in groundnuts in relation to soil types. *Plant and Soil* 36:239-248.
18. Mehan, V. K., McDonald, D., Ramakrishna, N., and Williams, J. H. 1986. Effects of genotype and date of harvest on infection of peanut seed by *Aspergillus flavus* and subsequent contamination with aflatoxin. *Peanut Science* 13(2):1-5.
19. Mert, H. H., and Ekmekei, S. 1987. The effect of salinity and osmotic pressure of the medium of the growth, sporulation and changes in the total organic acid content on *Aspergillus flavus* and *Penicillium chrysogenum*. *Mycopathologia* 100:85-89.
20. Page, A. L. 1986. *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties*, second edition. The American Society of Agronomy (ASA), Madison, Wisconsin.
21. Pettit, R. E. 1986. Incidence of aflatoxin in groundnuts as influenced by seasonal changes in environmental conditions - a review. ICRISAT, Proceeding of an International Symposium, 21-26 Aug. 1985.
22. Pettit, R. E., and Taber, R. A. 1968. Factors influencing accumulation in peanut kernels and associated mycoflora. *Applied Microbiology* 16:1230-1234.
23. Raper, K. B., and Fennell, D. L. 1965. *The Genus Aspergillus* Williams & Wilkins Co., New York. 686 pp.
24. Tzean, S. S., Chen, J. L., Liou, G. Y., Chen, C. C., and Hsu, W. H. 1990. *Aspergillus* and Related Teleomorphs from Taiwan. Food Industry Research and Development Institute, Hsin-chu, Taiwan, R.O.C. 113 pp.
25. Wei, R. R. 1986. *A Laboratory Manual for General Soils*. Ginn Press. Massachusetts, U.S.A. 575 pp.

ABSTRACT

Lee, H. C.¹, and Chuang, T. Y.² 1992. Distribution and seasonal variation of *Aspergillus flavus* in peanut fields at Penghu. Plant Pathol. Bull. 1:174-183. (1. National Institute of Environmental Analysis, Taipei, Taiwan. 2. Department of Plant Pathology and Entomology, National Taiwan University, Taipei, Taiwan)

From 1990 to 1992, 14, 5 and 5-7 peanut field plots were selected to investigate horizontal, vertical distribution and seasonal variation of *Aspergillus flavus* in Hu-Hsi, Pai-Sha, Hsi-Yu and Ma-Kung of Penghu County. Population densities of *A. flavus* in horizontal distribution were 786-3467 propagules/g dry soil. The population of *A. flavus* was the highest at 0-5 cm soil depth and gradually decreased along with soil depth. Seasonal variation of the fungus in tested field started to increase irregularly in June or July and to decrease in November and December of the same year or February and March of the next year. Propagule number of the fungus in irrigated peanut fields was lower than those in non-irrigated fields, but trends of population fluctuation in soils of irrigated and non-irrigated field were the same. By analyzing the correlation of propagules in horizontal distribution with meteorological factors indicated that the most important factors were the average of relative humidity per day and average highest temperature per day of total 3 weeks before the day of soil collected. There was no correlation among population density in each tested field and soil moisture content as well as pH, electric conductivity, organic matter content, field capacity and percentage of sand, silt, clay in soil. However, temperature was the most important factor to affect seasonal variation of *A. flavus* in soils.

Key words: *Aspergillus flavus*, peanut.